Phys. g. 28 k 4°

DENKSCHRIFTEN

DER

MEDICINISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

ZU

JENA.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

ZWEITER BAND

DRITTES HEFT.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
VORMALS FRIEDRICH MAUKE
1879.

DENKSCHRIFTEN

DER

MEDICINISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

ZU

JENA.

ZWEITER BAND

DRITTES HEFT.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
VORMALS FRIEDRICH MAUKE
1879.

DER

ORGANISMUS DER RADIOLARIEN.

VON

DR. RICHARD HERTWIG,
A. O. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT JENA.

MIT ZEHN LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
VORMALS FRIEDRICH MAUKE
1879.

Einleitung.

Vor einigen Jahren bot mir ein längerer Aufenthalt in Ajaccio und Villafranca Gelegenheit zu Untersuchungen über den Bau der Radiolarien, die in einer inzwischen erschienenen Schrift „Zur Histologie der Radiolarien“ ihre Darstellung gefunden haben. Merkwürdigerweise war das Material, auf welches ich angewiesen war, an beiden Orten ein sehr beschränktes. Von den zahlreichen Familien, die durch Haeckel's Grund legende Arbeiten bekannt geworden sind, waren nur die Sphaerozoiden und Thalassicolliden und auch letztere nur durch zwei Repräsentanten, die Thalassicolla nucleata und Thalassolampe margarodes vertreten. Dagegen fehlten die durch die Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit ihres Skeletes ausgezeichneten Formen, welche im Systeme Joh. Müller's die beiden Gruppen der Polycystinen und Acanthometren zusammensetzen, so gut wie vollständig, so dass ich auf eine Berücksichtigung derselben gänzlich verzichten musste. Villafranca sowohl wie Ajaccio waren in dieser Hinsicht recht ungünstige Orte, vielleicht weil beide am Grunde von tief in das Land einschneidenden Buchten liegen, während die Radiolarien in ihrer Verbreitung das offene Meer vorzuziehen scheinen. Giebt doch auch Joh. Müller an, dass seine Ausbeute an Polycystinen und Acanthometren im Golfe von St. Tropez wenig ergiebig gewesen sei.

Die Lücken, die ich damals in meiner Darstellung des Radiolarienbaues habe lassen müssen, bin ich nun im Stande auszufüllen. Während des Winters 1876/77 lernte ich die staunenswerthe Formenmannigfaltigkeit dieser zierlichsten aller Rhizopodenclassen in dem Hafen von Messina kennen. In der reichen Organismenwelt, welche hier die Oberfläche des Meeres an günstigen Tagen bevölkert, waren die Radiolarien während des ganzen Winters die constantesten Vertreter. Die meisten der von Haeckel beschriebenen Arten und daneben noch manche neue Formen fanden sich in der Ausbeute, welche die pelagische Fischerei ergab, vor, besonders zahlreich die Acanthometren. Man braucht nur in einer der ölglatten Strassen, die sich durch die leichtgekräuselte Meeresoberfläche hinziehen, mit einem grossen Glas zu schöpfen und kann sicher sein, in der Wassermasse stets ein oder mehrere Acanthometren mit nach Hause zu bringen. Auf diese Weise kann man sich ohne grosse Mühe vollkommen lebensfrische wohlerhaltene Exemplare verschaffen, was für das Studium dieser durch den Mechanismus der pelagischen Fischerei am meisten leidenden Radiolarien von grosser Bedeutung ist, da man bei Anwendung der genannten Methode sicher sein kann, ganz unversehrte Organismen vor sich zu haben.

Wenn ich mich so bei der Beschaffung des Arbeitsmaterials häufig der von Haeckel zuerst empfohlenen Schöpfmethode bediente, so wurde doch zur Untersuchung meistens der mit dem Müller'schen Netz gewonnene pelagische Auftrieb benutzt. Wie früher so habe ich mich auch diesmal nicht davon überzeugen können, dass die Radiolarien so ausserordentlich empfindlich sind, wie namentlich Joh. Müller angegeben hat. Die in den Gläsern mit dem Mulder zu Boden sinkenden Thiere sind nicht

todt, sondern nur contrahirt; sie haben zwar ihre Pseudopodien eingezogen, ihre Gallerte scheint sich etwas verdichtet zu haben; die Vacuolen, wo solche im extracapsulären Weichkörper vorhanden sind, sind theilweise oder ganz collabirt, die sogenannten Gallertcilien oder die contractilen Fäden der Acanthometren sind verkürzt; indessen alle diese Erscheinungen gehen nach einiger Zeit vorüber; lässt man den gleichsam erschreckten Organismen die nöthige Ruhe, so erholen sie sich allmählig und es tritt eine völlige restitutio in integrum ein. Sogar die noch am meisten empfindlichen Acanthometren steigen nach einiger Zeit wieder in die Höhe und können, in Gläser mit reinem Seewasser übertragen, Tage lang am Leben erhalten werden. Dass viele Radiolarien den meisten pelagischen Organismen an Lebenszähigkeit überlegen sind, kann man daraus entnehmen, dass Acanthometren in kleinen Uhrschälchen mehr als einen Tag ihre Existenz fristen können, und dass manche Formen, wie die Rhizosphaeren, im Mulder noch einen Tag nach der Ausfahrt lebend gefunden wurden, während die meisten anderen Thiere abgestorben waren.

Die Grundlage der Untersuchung bildete selbstverständlich die Beobachtung im lebenden Zustand, welche sogar über viele Verhältnisse, wie über den Bau und die Anordnung der Pseudopodien, die Beschaffenheit der Gallerte, die Bedeutung der Gallertcilien u. s. w. allein Aufschluss zu geben vermag. Für sich allein angewandt erwies sich jedoch diese Beobachtungsweise als unzureichend, namentlich da, wo es sich um den feineren Bau der Centralkapsel, des morphologisch wichtigsten Theils des Radiolarienkörpers, handelte. Die meisten Arten sind in Folge reichlicher Pigmentanhäufungen so undurchsichtig, dass man ohne Zerzupfen des Körpers oder ohne starke Aufhellung keinen Einblick in die Beschaffenheit des Inneren gewinnen kann. Beide Methoden sind am lebenden Thiere nicht ausführbar oder würden, richtiger gesagt, Resultate von sehr zweifelhaftem Werthe liefern. Die Behandlung mit conservirenden Reagentien erhält daher für die Untersuchung die grösste Wichtigkeit.

Unter den von mir gebrauchten Flüssigkeiten empfiehlt sich am meisten die Osmiumsäure. In 0,1 $^0|_0$iger Lösung vermag sie schon nach 3 Minuten Anwendung die Weichtheile vortrefflich zu conserviren. Um das Nachdunklen zu verhüten und um die Kerne deutlich zu machen, überträgt man zweckmässig die Radiolarien in verdünntes Beale'sches Carmin, in dem sie ebenfalls nur kurze Zeit belassen werden dürfen, damit sie sich nicht zu intensiv färben. In der geschilderten Weise bin ich fast stets in Messina verfahren und habe ausserdem noch an besonders günstigen Tagen den Mulder conservirt und so ein reichliches Untersuchungsmaterial gewonnen, das in 50 $^0|_0$ Alkohol eingelegt noch jetzt vortrefflich zu gebrauchen ist. Die am Meere gewonnenen Resultate konnten mit Hilfe desselben nicht allein fast alle hier in Jena noch einmal bestätigt, sondern sogar in vielen wichtigen Punkten noch erweitert werden.

Da die Carminosmiumpräparate in Wasser begreiflicher Weise zu undurchsichtig sind, bedürfen sie der Aufhellung. In den meisten Fällen genügt hierzu das Glycerin. Dasselbe hat aber die Eigenschaft, das Skelet fast völlig unsichtbar zu machen, da es mit demselben ungefähr gleiches Lichtbrechungsvermögen besitzt. Nur die Skelete der Acanthometriden und der den Acanthometriden verwandten Arten behalten ihre scharfen Contouren bei, während die Gitterkugeln der Heliosphaeren, die Körbchen der Cyrtiden, die Röhren der Aulacanthen, Aulosphaeren u. s. w. fast spurlos verschwinden. Ist dies nun in vielen Fällen als ein Vortheil zu betrachten, da bei Arten mit reich entwickeltem Skelet die durch dasselbe hervorgerufene Trübung des Bildes vermieden wird, so wirkt es bei allen den Arten sehr störend, bei denen es von Wichtigkeit ist, die Lagebeziehungen des Skelets zu den Weichtheilen festzustellen. Bei diesen Arten muss man die Aufhellung mit Nelkenöl oder Canada-

balsam in Anwendung ziehen. Zu dem Zweck habe ich meistens, nachdem ich zuvor die Weichtheile in Glycerin untersucht hatte, die Radiolarien unter dem Präparirmikroskop isolirt, mit absolutem Alkohol ausgewaschen, in Nelkenöl und schliesslich in Canadabalsam übertragen, wobei es sich empfiehlt, die angewandten Reagentien jedesmal möglichst vollständig zu entfernen. Canadabalsam ist stärker lichtbrechend wie das Kieselskelet, noch mehr das Nelkenöl, weshalb namentlich in letzterem die Contouren sehr scharf gezeichnet sind.

In Osmiumcarmin conservirte und darauf in Glycerin oder Canadabalsam eingeschlossene Radiolarien ergeben die instructivsten Präparate, so lange ihre Körpergrösse nicht so bedeutend ist, dass die einfache Aufhellung nicht ausreicht. Ist letzteres der Fall, so muss man die Thiere unter dem Präparirmikroskop zerzupfen. Hierbei war mir das neue Zeiss'sche Reisemikroskop, das sowohl die Dienste eines Präparirmikroskops wie eines gewöhnlichen Mikroskops erfüllt, von grossem Vortheil, da bei demselben das Object eingestellt bleibt, mag man das Instrument in der einen oder der andern Weise anwenden.

Die Zielpunkte dieser Untersuchungen sind dieselben wie in meiner früheren Arbeit. Vor Allem galt es die Morphologie der Radiolarien klarzulegen, nachzuweisen, was der ganzen Classe typisch ist und zu zeigen, wie der Grundtypus in den einzelnen Familien variirt. Die Lebenserscheinungen wurden nur so weit berücksichtigt, als sie für die morphologische Beurtheilung von Bedeutung sind, während eine einheitliche Darstellung der Physiologie der Radiolarien ausserhalb des Plans der Arbeit lag. Zu einem genauen Studium der Entwicklungsgeschichte, deren Werth für das Verständniss der Organisation auch bei den Radiolarien kein geringer ist, fehlte es leider an dem nöthigen entwicklungsgeschichtlichen Material. Die zerstreuten Beobachtungen, die hier gesammelt werden konnten, schliessen sich meinen früheren Mittheilungen über diesen Gegenstand im Wesentlichen bestätigend und ergänzend an.

Bei der Morphologie der Radiolarien haben wir zwischen der Morphologie des Skelets und der Morphologie der Weichtheile zu unterscheiden. Die erstere hat schon in Haeckel's Monographie eine vortreffliche Bearbeitung erfahren, so dass meine Beobachtungen hier im Wesentlichen mit den dort niedergelegten Darstellungen übereinstimmen. Nur in der Beurtheilung der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den einzelnen Skeletformen bin ich hier und da zu abweichenden Anschauungen gelangt, wobei ich vielfach durch die beim Studium des Weichkörpers gewonnenen Resultate geleitet wurde.

Anders verhält es sich mit der Auffassung der Weichtheile. Hier habe ich zwar auch viele wichtige und fundamentale Anschauungen, die Haeckel zuerst entwickelt hat, bestätigen können; namentlich kann ich die systematisch und morphologisch gleich werthvolle Unterscheidung des extracapsulären und intracapsulären Weichkörpers, deren Bedeutsamkeit unbegründeter Weise von verschiedenen Seiten bezweifelt worden ist, aufrecht erhalten. In anderen Punkten dagegen wurde ich zu abweichenden Ergebnissen geführt. Zunächst ist die histologische Auffassung der Organismen eine veränderte geworden. Dies ist zum Theil darin begründet, dass unsere histologischen Anschauungen in den 15 Jahren, die seit dem Erscheinen von Haeckel's Monographie verflossen sind, eine sehr wesentliche Umgestaltung und Klärung erfahren haben, zum Theil ist es dadurch hervorgerufen, dass der Neuzeit ganz andere Hilfsmittel der Untersuchung zu Gebote stehen. Namentlich macht die Vervollkommnung der histologischen Technik es dem Beobachter möglich, über Verhältnisse Klarheit zu gewinnen, die aus Mangel geeigneter Reagentien früher gar nicht oder nur unvollkommen hätten sichtbar gemacht werden können.

Die Untersuchung des Weichkörpers hat ferner eine viel grössere Mannigfaltigkeit im Bau der Radiolarien dargethan, als die Schilderungen früherer Forscher erwarten liessen. Besonders gilt dies von der Beschaffenheit der Centralkapselmembran und von der Verbreitung des sogenannten Binnenbläschens, welches keineswegs eine Eigenthümlichkeit weniger Familien ist, sondern bei zahlreichen Radiolarien auftritt. Die Unterschiede, die sich im Bau der Kapselmembran und im Bau und in der Verbreitung des Binnenbläschens zu erkennen geben, verdienen besonders deshalb noch besondere Berücksichtigung, weil sie sich in fruchtbringender Weise systematisch verwerthen lassen.

Indem ich mich nunmehr zur Darstellung meiner Resultate wende, schildere ich zunächst im analytischen Theil meine Beobachtungen, um so einen Ueberblick über die Verschiedenartigkeit des Baues bei den einzelnen Familien zu geben. Dem synthetischen Theil bleibt es dann vorbehalten, einerseits ein einheitliches Bild der Radiolarienorganisation zu entwerfen und ihr Verhältniss zur Zellentheorie zu erläutern, andererseits die systematisch wichtigen Schlussfolgerungen zu ziehen. Von einer zusammenhängenden historischen Beurtheilung der Verdienste, die sich frühere Forscher um die Förderung der Radiolarienkenntniss erworben haben, konnte ich Abstand nehmen, da eine solche in meiner früheren Arbeit schon enthalten ist; dagegen werden die einzelnen Beobachtungen der Autoren im analytischen Theil an Ort und Stelle besprochen werden.

Analytischer Theil.

In der Classe der Radiolarien herrscht eine so grosse Mannigfaltigkeit, dass allein in dem beschränkten Gebiet des Hafens von Messina nahe an 200 Arten von Haeckel unterschieden werden konnten. Diese Zahl würde sich bei einer Untersuchung, welche sich die Artbeschreibung zum Ziel genommen hat, leicht um ein Beträchtliches vermehren lassen, wie ich denn selbst nicht wenige neue Formen aufgefunden habe, obwohl mein Augenmerk nicht auf eine Bereicherung unserer systematischen Kenntnisse gerichtet war.

Hiermit ist schon gesagt, dass es nicht meine Absicht sein kann, im analytischen Theil eine detaillirte Beschreibung der einzelnen aufgefundenen Arten zu geben. Ich würde hierbei genöthigt sein, auf vielerlei Einzelheiten von untergeordnetem Werth einzugehen, die für die Unterscheidung der Arten wichtig sind, ohne dass sie jedoch zum morphologischen Verständniss beitragen könnten. Solche Einzelheiten sind namentlich die vielerlei Modificationen des Skelets, die Färbung und Gestalt der Centralkapsel, die Beschaffenheit des extracapsulären Weichkörpers u. s. w.: alles Verhältnisse, die von Haeckel ausführlich beschrieben worden sind und die ich bei der Untersuchung mit Absicht unberücksichtigt gelassen habe und auch im Folgenden nicht berühren werde.

Um unnütze Wiederholungen zu vermeiden und gleichartige Organisationsverhältnisse im Zusammenhang zu schildern, wird der analytische Theil eine Beschreibung der einzelnen Radiolarienfamilien geben. Ich werde mich hierbei möglichst an das System Haeckel's anschliessen, wenn auch manche Abweichungen durch die Resultate meiner Untersuchung nothwendig geworden sind. Den Anfang der Beschreibung bilden die Acanthometriden, deren Grenzen von J. Müller und E. Haeckel richtig bestimmt worden sind. Ihnen schliessen sich die Diploconiden und die von mir neu zusammengefasste Familie der Acanthophractiden an, bestehend aus Elementen, die in Haeckel's System einen Theil der Ommatiden ausmachen. Weiterhin folgen die Familien der Sphaerozoiden und Colliden, wobei ich bei ersterer die Collosphaeriden mit einrechne, bei letzterer die Gattungen Aulacantha und Thalassoplancta ausschliesse. Unter dem neuerdings von Haeckel eingeführten Namen der Sphaerideen mögen gemeinsam zwei Familien abgehandelt werden, die Ethmosphaeriden und Ommatiden. Zu den Ethmosphaeriden zählen die Cladococciden, deren nahe Verwandtschaft mit den Gattungen Heliosphaera, Arachnosphaera und Diplosphaera keinem Zweifel unterliegen kann. Die Ommatiden dagegen besitzen einen ganz anderen Umfang als in dem Systeme Haeckel's; auf der einen Seite sind von ihnen eine Anzahl Formen, die Acanthophractiden, ausgeschieden, auf der andern Seite sind die Gattungen Spongosphaera und Rhizosphaera hinzugekommen. Die Ommatidengattung Tetrapyle und einige verwandte Formen sollen als Dyssphaeriden für sich besonders Berücksichtigung finden. Von den vier folgenden Familien, den Disciden, Acanthodesmiden, Plagiacanthiden und Cyrtiden, sind die erste und die letzte wesentlich

im Sinne Haeckel's beibehalten worden, während die zweite und dritte aus der Theilung der Acanthodesmiden entstanden sind. Den Schluss des analytischen Theils bilden vier Gattungen, die im Bau des Weichkörpers mit einander übereinstimmen, nach der Beschaffenheit ihres Skelets als Vertreter von vier verschiedenen Familien angesehen werden müssen. Es sind dies die Gattungen Aulosphaera, Aulacantha, Coelodendrum und Coelosphaera, zusammengefasst unter der Ueberschrift der Tripyleen.

Bevor ich auf die Darstellung der Organisation der aufgezählten Familien eingehe, muss noch hervorgehoben werden, dass ich bei derselben die gelben Zellen unberücksichtigt lassen werde, da es Theile sind, deren Zugehörigkeit zum Organismus der Radiolarien zweifelhaft ist. Ich werde auf sie im allgemeinen Theil im Zusammenhang zu sprechen kommen.

I. Die Familie der Acanthometriden.

Die Familie der Acanthometriden wurde von Joh. Müller[1]) zuerst in einem in den Monatsberichten der Berliner Academie erschienenen Aufsatz aufgestellt und mehrere Jahre später in der nach des Verfassers Tode veröffentlichten Abhandlung durch Beschreibung zahlreicher Formen genauer charakterisirt. Nahezu gleichzeitig mit Müller's ersten Publicationen theilte Claparède[2]) Beobachtungen über zwei an der Norwegischen Küste aufgefundene Arten mit, an denen er zuerst die systematisch wichtige Anwesenheit Körnchen führender Pseudopodien entdeckte. Eine sehr umfassende Darstellung hat die Familie endlich in Haeckel's Monographie der Radiolarien erfahren.

I. Das Skelet der Acanthometriden.

Das systematisch wichtigste Merkmal der Acanthometriden ist die Beschaffenheit des Skelets. Dasselbe besteht aus radialen Stacheln, die im Mittelpunkt des Körpers zusammentreffen und stets in einer bestimmten Anzahl und in einer ausserordentlich gesetzmässigen Anordnung vorhanden sind. Die Gesetzmässigkeit wurde zuerst von Joh. Müller bei einigen Arten erkannt, aber erst von Haeckel für die Gesammtheit der Acanthometriden nachgewiesen. Im Ganzen finden sich 20 Stacheln vor, die in fünf Zonen, einer unpaaren und zwei paarigen, jedesmal zu vier stehen und zwischen zwei stachellosen Polen gleichmässig vertheilt sind. Die unpaare Zone liegt in der Mitte zwischen den Polen und ist somit äquatorial; ihre Stacheln fallen in eine Ebene und bilden gemeinsam ein Kreuz, dessen Kreuzungspunkt der Mittelpunkt des Thieres ist. Bei einer Anzahl von Arten sind sie vor den übrigen Stacheln durch ihre Grösse ausgezeichnet, oder es sind nur zwei besonders stark entwickelt, die dann in einer Linie stehen und die Hauptaxe des Körpers repräsentiren (Amphilonche). Da in allen Abbildungen die Acanthometriden so orientirt sind, dass man auf ihren stachellosen Pol sieht, so fallen überall die äquatorialen Stacheln in die Ebene des Papiers.

1) Joh. Müller: 1) Ueber Sphaerozoum und Thalassicolla. Monatsberichte der Berliner Academie. 1855. S. 248.
2) Ueber die Thalassicollen, Polycystinen u. Acanthometren des Mittelmeers. Ebenda 1856. S. 493.
3) Einige neue Polycystinen und Acanthometren. Ebenda 1858. S. 154.
4) Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeers. Abhandlungen der Berliner Academie. 1858.

2) E. Claparède: 1) Ueber die Lebenserscheinungen und insbesondere Bewegungserscheinungen der Acanthometren. Monatsber. der Berliner Academie. 1855. S. 674.
2) Études sur les Infusoires et Rhizopodes. Bd. I. S. 458.

Beiderseits der äquatorialen Zone kehren die gleichen Verhältnisse auf der einen wie der andern Seite wieder, so dass man von den vier übrigen Zonen nur die zwei der einen Seite zu berücksichtigen braucht. Die Stacheln der dem Aequator benachbarten Zone oder die Tropenstacheln (Haeckel) sind so angebracht, dass sie, mit den äquatorialen auf gleiche Ebene projicirt, die zwischen denselben befindlichen Zwischenräume halbiren. In gleicher Weise halbiren wiederum die Stacheln des noch übrig bleibenden und dem stachellosen Pol zunächst liegenden Kreises oder die Polarstacheln (Haeckel) die Zwischenräume zwischen den Tropenstacheln, fallen dagegen mit den äquatorialen Stacheln, mit denen sie auf gleichen Meridianen liegen, zusammen. Bei ungleicher Entwicklung der Stacheln sind sie die schwächsten.

Bei den meisten Acanthometriden sind die centralen Enden der Stacheln in einander gestemmt und können beim Zerquetschen von einander gelöst und isolirt werden. Ihre Verbindungsweise ist hierbei sehr verschieden, je nachdem die Enden einfach wie kleine vierseitige Pyramiden zugespitzt sind oder sich in vier senkrecht gekreuzte flügelförmige Blätter erheben. Im ersteren Falle legen sich die Stacheln breit mit dreieckigen Flächen an einander (Tafel I, Figur 2 a), im letzteren berühren sich nur die Kanten der flügelförmigen Blätter und zwar in der Weise, dass jeder Stachel mit je zwei Stacheln der benachbarten Zone zusammentrifft. Bei dieser Anordnung können die Stachelblätter sich unmöglich so stellen, wie Haeckel es schildert, dass zwei mit den Meridianebenen zusammenfallen, vielmehr müssen alle unter einem halben rechten Winkel dieselben kreuzen, wie es in der Figur Taf. I, Fig. 9 dargestellt ist. Bilder, wie ich sie selbst in Figur 5, Tafel I gezeichnet habe und auf denen zwei Blätter der äquatorialen Stacheln in der Ebene des Aequators, zwei andere in den Meridianebenen zu liegen scheinen, sind wohl nur bei einer Verlagerung der Stacheln möglich.

Bei einigen Acanthometriden, den Astrolithien, verschmelzen, wie zuerst Haeckel nachgewiesen hat, die Enden der Stacheln unter einander zu einer soliden Kugel, so dass dann das ganze Skelet nur aus einem einzigen Stück besteht.

Zwischen den zwei geschilderten Endigungsweisen habe ich eine interessante Uebergangsform bei einer neuen sehr charakteristischen Art, der Acanthometra astroides, aufgefunden. Hier sind die zwanzig Stacheln alle von gleicher Beschaffenheit, drehrund, sehr dünn und aussergewöhnlich elastisch, so dass ich sie im frischbereiteten Canadabalsampräparat bei jedem Druck hin und her flottiren sah. Im Innern der Centralkapsel angelangt verdicken sie sich keulenförmig und vereinigen sich unter einander zu einem sternförmigen Körper von Skeletsubstanz, der wegen seiner Grösse und der Dicke der von ihm ausgehenden Strahlen aus dem Innern der Centralkapsel hervorleuchtet. Hierbei kommt es jedoch nicht zu einer Verschmelzung, vielmehr kann man bei genauer Prüfung sich davon überzeugen, dass der dicke sternförmige Körper aus eben so viel Stücken besteht als Stacheln vorhanden sind, indem man die Contouren, mit welchen letztere an einander grenzen, noch deutlich erkennen kann.

Endlich habe ich noch eine dritte von Haeckel ebenfalls zuerst beschriebene Endigungsweise der Stachelradien beobachtet. Bei den Acanthochiasmiden ist jeder Stachel mit seinem Antipoden in ein einziges Stück verschmolzen; aus den zwanzig Stacheln sind somit zehn entstanden und diese zehn durchbohren mit beiden Enden die Centralkapsel. Sie kreuzen sich im Mittelpunkt des Körpers, ohne sich dabei in irgend welcher Weise zu vereinen. Ihre Anordnung wird ebenfalls durch das Müller'sche Gesetz bestimmt.

Ihrer Form nach sind die Stacheln entweder drehrund oder vierkantig. Im letzteren Falle können die Kanten so stark vorspringen, dass vier unter rechten Winkeln zusammenstossende Blätter

entstehen (Taf. I, Fig. 5). Weitere Verschiedenheiten sind dadurch bedingt, dass bei einigen Acanthometriden die Stacheln auf ihrer Oberfläche mit Anhängen geziert sind; so ist es für die Gattung Xiphacantha charakteristisch (Taf. II, Fig. 4), dass von den basalen Stücken aller Stacheln kurze und gedrungene Dornen unter rechten Winkeln entspringen. Umgekehrt sind bei Lithoptera Mülleri die peripheren Enden und zwar nur die der vier äquatorialen Stacheln mit grossen, gitterartig durchbrochenen flügelförmigen Fortsätzen ausgestattet, welche ebenfalls in der äquatorialen Ebene entwickelt sind. Endlich können auch die Kanten vierblättriger Stacheln Sitz einer besonderen Structur sein; sie waren z. B. bei einer von mir als Acanthometra serrata bezeichneten Form mit feinen Zähnen bedeckt. Aehnliche Structuren hat Haeckel abgebildet, auf dessen genaue Schilderung ich bezüglich der mannigfachen Verschiedenheiten in den Stachelformen verweise.

Im Innern der Acanthometridenstacheln glaubte Claparède einen Kanal beobachtet zu haben, in dessen centrales Ende ein Theil der Pseudopodien eintritt, um am peripheren Ende wieder hervorzutreten. Obwohl auch Joh. Müller die Existenz dieses Kanals bestätigt, so muss ich doch Haeckel vollkommen beistimmen, wenn er die Richtigkeit dieser Angaben auf das Bestimmteste bestreitet und die Stacheln als durchaus solide Skeletbildungen schildert. Ebenso hat Haeckel mit der Angabe recht, dass die Stacheln nicht wie bei den übrigen Radiolarien aus Kieselsäure bestehen, sondern aus einer organischen Substanz, die in Säuren löslich ist und als Acanthin bezeichnet wird.

Schon die längere Anwendung von Osmiumsäure genügt, um das Skelet der Acanthometriden vollkommen verschwinden zu machen, so dass man das Reagenz nur kurz auf die Organismen einwirken lassen darf, wenn man sie in einem noch bestimmbaren Zustand aufheben will. Noch schneller ist die Einwirkung der gewöhnlichen Mineralsäuren, von denen ich Salzsäure und Schwefelsäure probirte, während Essigsäure erst nach langer Dauer die Nadeln zerstört. Der letztere Umstand erklärt die unrichtige Angabe Haeckel's, dass die Substanz des Acanthometrenskelets von Essigsäure nicht angegriffen werde. Mit Kalilauge wird derselbe Effect erzielt wie mit Säuren; da ferner auch Glühen die Skelete zerstört, so haben wir in dem Acanthin eine organische Substanz vor uns, die sich durch ihre ganz ausserordentliche Löslichkeit auszeichnet.

Bei einigen Acanthometriden sollen die Stacheln nach Haeckel's Angaben verkieseln und dadurch unlöslich werden; als solche Formen werden die Gattungen Lithoptera, Acanthochiasma, Astrolithium und Litholophus genannt. Dem gegenüber habe ich zu bemerken, dass die Skelete von Acanthochiasma rubescens und A. fusiforme, sowie von Lithoptera Mülleri und Litholophus rhipidium sich in Salzsäure vollkommen lösen, und zweifele ich nicht daran, dass dies auch für die Gattung Astrolithium, die ich nicht mit Reagentien behandelt habe, kurz für sämmtliche Acanthometriden gilt.

Um die Art und Weise, in welcher die Stacheln von den Reagentien angegriffen werden, genauer zu studiren, bedient man sich zweckmässig der langsam lösenden Essigsäure und lässt dieselbe auf die derben Stacheln, wie sie in der Gattung Amphilonche und bei manchen Acanthostauren vorkommen, einwirken (Taf. III, Fig. 13). Man sieht dann, dass immer zunächst die Stachelspitze verschwindet; da hierbei die Rindenschicht länger erhalten bleibt, entstehen gabelspaltig aussehende Stacheln, was mich auf die Vermuthung geführt hat, dass die zweispitzigen Enden, wie sie für manche Arten von Acanthometren als charakteristisch angegeben werden, durch Usur hervorgerufen sein können. Im weiteren Verlauf der Einwirkung wird die unter der Rindenschicht gelegene Substanz zerstört, während die Rindenschicht selbst und die Axe länger Widerstand leisten. Beide zerfallen in

Körnchen, bevor sie ganz einschmelzen; schliesslich bleibt vom ganzen Stachel Nichts übrig als ein ausserordentlich zartes Häutchen, das man nur an dem Zusammenhalt der aufklebenden Körnchen erkennt. Möglicherweise gehört dasselbe nicht einmal dem Stachel selbst an, sondern ist ein dünner Ueberzug, sei es von Gallerte, sei es von Protoplasma.

Die Stacheln der Acanthometriden unterscheiden sich nicht allein in der beschriebenen Weise durch ihre Löslichkeit, sondern auch durch ihr ganz verschiedenes Lichtbrechungsvermögen von den Skeleten der übrigen Radiolarien. Die Schalen der Sphaerideen und Cyrtiden, die Stacheln der Plagiacanthen und Sphaerozoen, die Röhren der Aulosphaeren u. s. w. sind in Glycerin so gut wie unsichtbar, weil sie ungefähr gleich stark wie dieses das Licht brechen. Die Acanthometrenstacheln behalten dagegen in derselben Flüssigkeit ihre scharfen Contouren bei, so dass man nicht nöthig hat, Canadabalsampräparate anzufertigen, wenn man das Skelet und den Weichkörper gleichzeitig überblicken will.

Von jungen Acanthometriden geben Joh. Müller und Haeckel an, dass die Stacheln noch im Innern der Centralkapsel umschlossen liegen und nicht in den extracapsulären Weichkörper hervorragen; es soll dies sogar bei Exemplaren der Fall sein, bei denen die Gallerte schon zu den für die Familie charakteristischen Stachelscheiden ausgezogen war. Ich glaube nicht, dass die diesen Behauptungen zu Grunde liegenden Beobachtungen sich auf normale Verhältnisse beziehen; denn bei den jüngsten Thieren, die ich überhaupt habe untersuchen können und deren jugendliches Alter sich namentlich darin zu erkennen gab, dass sie nur einen Kern besassen, schon bei diesen war das Skelet vollkommen ausgebildet, was seine frühe Anlage ausser Zweifel stellt; dagegen waren überall da, wo ich Aehnliches wie Joh. Müller und E. Haeckel beobachtete, die äusseren Stacheltheile augenscheinlich abgebrochen oder durch die Einwirkung von Reagentien zerstört. Solche verstümmelte Exemplare werden auch den beiden genannten Forschern vorgelegen haben. In dieser Annahme werde ich namentlich durch Haeckel's Angaben über die Anwesenheit von Stachelscheiden bestärkt, denn wie wir sogleich sehen werden, sind dies Bildungen, die nur durch die Stacheln hervorgerufen werden und daher die Existenz derselben voraussetzen.

II. Der Weichkörper der Acanthometriden.

Während die Angaben über den Bau des Skelets im Wesentlichen auf eine Bestätigung der von früheren Autoren, namentlich von Haeckel gemachten Beobachtungen hinauslaufen, haben die Untersuchungen des Weichkörpers in vielen Punkten wichtige neue Aufschlüsse ergeben, die eine genauere Darstellung nöthig machen. Zugleich wurde ich auf Unterschiede aufmerksam, die im Bau zwischen erwachsenen und jungen Acanthometriden bestehen und sich in der Beschaffenheit der Centralkapsel äussern. Ich werde zunächst die Organisation der ausgebildeten Thiere schildern und im Anschluss an diese die mannigfachen Entwicklungsformen besprechen.

1. Der Bau der erwachsenen Acanthometriden.

a. Die Centralkapsel.

Die Centralkapsel besitzt bei den meisten Acanthometriden die Gestalt einer Kugel oder weicht von derselben nur unbedeutend ab, indem sie den Durchbohrungsstellen der Stacheln entsprechend in Ecken oder Zipfel ausgezogen ist. Es gilt dies namentlich von allen Arten, bei denen die Skeletstacheln gleichmässig beschaffen sind, wie z. B. bei den ächten Acanthometren und den Acantho-

chiasmen, während dominirende Entwicklung einiger bestimmter Stacheln auch Unregelmässigkeiten in der Kapselform zur Folge hat; so ist die Centralkapsel der Gattung Acanthostaurus, bei welcher die vier äquatorialen Stacheln stärker sind als die übrigen, zwischen den beiden stachellosen Polen abgeplattet und in der Ebene des Aequators in der Form eines Rhombus ausgedehnt. Bei der Gattung Lithoptera, deren vier äquatoriale Stacheln nicht allein stärker sind, sondern zugleich flügelförmige gegitterte Fortsätze an ihren Enden tragen, ist die Centralkapsel den Stacheln entsprechend in vier Lappen verlängert, welche ein gleichschenkliges Kreuz bilden. Die Centralkapsel der Amphilonchen endlich, bei welchen zwei in der Verlängerung gelegene äquatoriale Stacheln sich durch ihre ganz ausserordentliche Dicke und Länge auszeichnen, ist eiförmig oder sogar walzenförmig, so dass ihr der Hauptaxe entsprechender Durchmesser um das zehnfache oder noch mehr länger ist, als die zur Hauptaxe senkrechten Durchmesser.

Die den Kapselinhalt umschliessende Membran wurde zuerst von Claparède bei der Acanthometra echinoides und A. pallida beobachtet und mit Recht von der nach aussen gelegenen Gallerte unterschieden; dagegen gelang es Joh. Müller nicht, sich von ihrer Anwesenheit zu überzeugen; denn die „weiche, äussere Hülle", welche er beschreibt, und die nach seiner Schilderung sich in „zapfenförmige Verlängerungen, die Stachelscheiden" auszieht, ist nichts als die extracapsuläre Gallerte. Die allgemeine Verbreitung der Kapselmembran in der Familie der Acanthometriden wurde erst durch Haeckel festgestellt.

Bei den meisten Acanthometriden ist die Kapselmembran ausserordentlich zart, so dass sie nur als eine feine Linie zwischen dem intracapsulären und extracapsulären Protoplasma wahrgenommen werden kann; an den Durchtrittsstellen der Stacheln und der Pseudopodien wird sie dann scheidenartig etwas hervorgestülpt (Taf. I, Fig. 2 u. 7) oder sie ist hier umgekehrt ein wenig nabelartig eingezogen. Seltener ist sie so derb und dickwandig, dass man doppelte Contouren an ihr unterscheiden kann (Taf. II, Fig. 4); aber auch dann ist ihre Dicke nie so beträchtlich wie bei den Colliden und bei manchen Sphaerozoiden, bei denen es möglich ist, bestimmte Oeffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien oder sogar feinere Kapselstructuren nachzuweisen.

Alle beobachteten Exemplare einer Acanthometride, die ich nach der Beschaffenheit des Skelets mit dem Acanthochiasma rubescens Haeckel's identificirte, besassen keine Centralkapselmembran. Extracapsuläre und intracapsuläre Sarcode war hier eine einzige amoeboide Masse, die sich in unregelmässigster Weise auf dem Stachelgerüst vertheilte, im Mittelpunkt des Körpers sich zu einem Haufen zusammenballte und von hier aus an den Stacheln in der Form von dicken lappigen Fortsätzen emporkroch. Aus dieser Protoplasmamasse entsprangen unmittelbar die in der Gallerte sich verbreitenden Fadennetze und die Pseudopodien. Da die untersuchten Thiere vollkommen ausgebildet waren und nicht als in der Entwicklung begriffene Individuen gedeutet werden konnten, so ist nur zweierlei denkbar: entweder war die Centralkapselmembran so zart, dass sie beim Einfangen eingerissen war, oder sie fehlte überhaupt. In letzterem Falle würden wir somit eine Acanthometride vor uns haben, bei welcher die Differenzirung einer besonderen Centralkapsel noch nicht vorhanden ist. Aus Haeckel's Beschreibung, die nicht auf eigenen Beobachtungen, sondern auf Angaben Krohn's beruht, lässt sich leider nicht entnehmen, wie sich in diesem Punkt die Thiere verhielten, die zur Aufstellung der Art Veranlassung gegeben haben.

Im Kapselinhalt aller erwachsenen Acanthometriden finden wir 1) zahlreiche Kerne und 2) das Protoplasma mit seinen mannigfach gestalteten Einschlüssen.

Die Kerne der Acanthometriden wurden schon von Joh. Müller beobachtet und unter

dem Namen „farblose Zellen“ beschrieben; in gleicher Weise wurden sie von Haeckel als Zellen gedeutet, welcher ausserdem von ihnen hervorhob, dass sie mit kleinen dunklen Körnchen versehen sind und niemals in dem ausgetretenen Inhalt der Centralkapseln der Acanthometriden fehlen.

Nach meinen Beobachtungen sind die Kerne runde Körperchen, die stets in den peripheren Theilen des Kapselinhalts liegen, so lange ihre Zahl noch eine geringe ist (Taf. I, Fig. 7 n); sie erscheinen am lebenden Thiere durchaus homogen und lassen keine Membran erkennen (Taf. I, Fig. 2 a, n); in Osmiumcarmin färben sie sich intensiv roth und sind so am schönsten nachzuweisen, namentlich an zerquetschten Thieren (Taf. I, Fig. 5 n). Zugleich tritt bei dieser Behandlungsweise ein nucleolusartiges, scharf contourirtes Korn hervor, das dunkler gefärbt ist wie der übrige Kern und niemals von mir vermisst wurde. Dasselbe liegt im oberflächlichsten Theil des Kerns und ist von der Umgebung durch eine lichtere Zone getrennt. Nicht selten ist es stäbchenförmig gestreckt oder es sind zwei Körner in einem Kern vorhanden. Der Umstand, dass letzterer dann meist auf den mannigfachsten Stadien der bisquitförmigen Einschnürung angetroffen wird, macht es wahrscheinlich, dass man es mit Theilungszuständen des Kerns zu thun hat, die in folgender Weise zu deuten sind. Das Korn eines Nucleus streckt sich und zerfällt in zwei Stücke. Diese Stücke rücken aus einander, wirken als Attractionscentren und veranlassen eine durch bisquitförmige Einschnürung erfolgende Zweitheilung des Kerns.

Die Zahl und die Grösse der Kerne stehen bei derselben Art in einem umgekehrten Verhältniss zu einander. Wo sie in relativ geringer Anzahl vorkommen, besitzen sie ungefähr einen Durchmesser von 11 μ; wo sie sich dagegen stark vermehrt haben, sind sie nur 3 μ gross und bilden dann den Inhalt der Centralkapsel fast ganz allein, während das Protoplasma und seine Einschlüsse in den Hintergrund gedrängt worden sind und nur die kleinen übrigbleibenden Lücken ausfüllen. Eine solche Centralkapsel erscheint bei Carminosmiumbehandlung wie eine einzige rothe Masse, woraus hervorgeht, dass die im Körper vorhandene und auf die einzelnen Kerne vertheilte Kernsubstanz eine sehr beträchtliche Zunahme erfahren hat.

Unter den zahlreichen von mir beobachteten Arten besass nur eine einzige, die Xiphacantha serrata, nicht die geschilderte vielkernige Beschaffenheit der Centralkapsel. Ich habe drei völlig entwickelte Exemplare dieser Acanthometride, deren Centralkapseldurchmesser im Mittel 230 μ betrug, untersucht und stets nur einen Kern gefunden. Derselbe lag in einem der keilförmigen Räume, die durch die centrale Aneinanderfügung der Blätter des Stachelkreuzes hervorgerufen wurden, und haftete den Stacheln so fest an, dass er nur durch fortgesetztes Klopfen auf das Deckglas losgelöst werden konnte. Er war ein rundlicher, unregelmässig gestalteter, in einem Fall sogar lappiger Körper mit mehreren verschieden grossen Nucleoli (Taf. II, Fig. 2 b). Sein Durchmesser betrug nur 20—27 μ; eine Kernmembran war nicht mit Sicherheit nachzuweisen, wenn auch die scharfe Contourirung des Kerns in einem Fall ihre Anwesenheit wahrscheinlich machte. Was nun bei dieser abweichenden Beschaffenheit der X. serrata im Vergleich zu den übrigen Acanthometriden am meisten auffällt, das ist das ausserordentliche Missverhältniss, in welchem hier die geringe Masse des nur 27 μ grossen Kerns zur reichlichen Protoplasmamasse der 220 μ grossen Centralkapsel steht; pflegt doch sonst die Centralkapsel zum grössten Theil von Kernsubstanz gebildet zu sein. Wenn es nun auch keinem Zweifel unterliegen kann, dass dieses Missverhältniss sich später ausgleicht, und dass die Centralkapsel auch bei Xiphacantha der Sitz einer lebhaften Kernvermehrung wird, so bleibt es immerhin von Interesse, dass der einkernige Zustand, der bei den übrigen Acanthometriden, wie wir später sehen werden, nur von kurzer Dauer ist, hier sehr lange Zeit über bestehen bleibt. In dieser Hinsicht erinnert Xiphacantha an

die grosse Mehrzahl der Radiolarien, die Cyrtiden, Disciden, Sphaeriden, die ebenfalls gewöhnlich nur einen Kern haben.

Der zweite Bestandtheil des Kapselinhalts, das Protoplasma, ist eine feinkörnige Masse, welche die zwischen den Kernen übrigbleibenden Räume ausfüllt. Von der Kapselmembran wird es häufig durch einen schmalen, wahrscheinlich von Flüssigkeit eingenommenen Spaltraum getrennt; es enthält mit wenigen Ausnahmen ein sehr verschiedenfarbiges, meist braunes oder röthliches Pigment, das in kleineren und grösseren Krümeln abgelagert ist. Gewöhnlich ist das Pigment, wie schon Claparède bei seiner Acanthometra echinoides erkannte, am reichlichsten im Umkreis des Stachelkreuzes (Taf. I, Fig. 7) und bildet hier eine trübe undurchsichtige Lage, aus der das Skelet nur undeutlich hervorleuchtet; es kann aber auch die Centralkapsel ganz gleichmässig von ihm durchsetzt und dann völlig undurchsichtig sein.

Weniger verbreitet als die Pigmentkörnchen sind Oelkugeln, rundliche, in Osmiumsäure stark sich schwärzende Körper von sehr verschiedener Grösse, die im frischen Zustande gefärbt sein können, niemals aber, wie Joh. Müller annahm, den Formwerth von Zellen besitzen.

Unter den Protoplasmaeinschlüssen sind für die Acanthometriden am meisten charakteristisch die gelben Pigmentkörper, welche gleich den ersten Beobachtern der Acanthometren, Müller und Claparède, aufgefallen sind. Beide Forscher nennen sie gelbe Zellen und geben an, dass sie in der Körpersubstanz (der Centralkapsel) selbst eingeschlossen sind und sich in Salzsäure grün färben. Bei A. echinoides sollen sie aus einer dicken Rindenschicht und einem centralen Hohlraum bestehen. Diesen Mittheilungen fügte später Haeckel noch weiter hinzu, dass die gelben, rothen und braunen Zellen „Bläschen sind mit einer deutlichen Membran, Kern und Kernkörperchen. Häufig sehe man darunter Theilungsformen, abgeschnürte Inhaltsportionen in einer Mutterzelle mit zwei Kernen, ganz wie bei den extracapsulären gelben Zellen"; „die verschieden gefärbten Pigmentzellen seien übrigens durch so zahlreiche Zwischenformen mit gleichartig gefärbten Pigmenttheilchen, die blos den Werth von Körnern und Bläschen haben, verbunden, dass es in vielen Fällen sehr schwer halte, die Grenze zu bestimmen, und von concreten Elementen zu sagen, ob man eine Zelle, ein Körnchen oder Bläschen vor sich habe."

Nach meinen Beobachtungen sind nur die gelben Pigmentkörper Zellen. Dieselben sind kreisrund oder oval oder abgeplattet und häufig z. B. bei Acanthometra elastica (Taf. I, Fig. 2 b), Amphilonche belonoides (Taf. I, Fig. 3) und Acanthostaurus purpurascens (Taf. I, Fig. 8) so scharf begrenzt, dass dadurch die Existenz einer besonderen Membran, welche bei Acanthometra Claparedei (Taf. I, Fig. 5 a) zu fehlen scheint, wahrscheinlich gemacht wird. Die gelbe Farbe ist zum Theil durch die Färbung des Protoplasma bedingt, der Hauptsache nach ist sie aber an rundliche oder stäbchenförmige Körnchen geknüpft, die entweder das ganze Innere der Zelle erfüllen oder sich nur in Form der schon von Claparède beobachteten Rindenschicht vorfinden. Im letzteren Falle bleibt ein centraler Raum übrig und in diesem tritt bei Carminosmiumbehandlung ein Kern hervor, der noch mit einem Nucleolus versehen ist. Bei allseitiger Verbreitung der Pigmentkörnchen ist der Kern von diesen unmittelbar umschlossen. Zwei Kerne in einer Zelle habe ich nie vorgefunden, ebenso wenig Theilungszustände. Die Grösse ist bei den verschiedenen Arten, ja sogar bei den Individuen derselben Art sehr verschieden. Sie beträgt bei A. elastica 10 μ, bei A. Claparedei dagegen 20—30 μ, wobei die Kerndurchmesser das eine Mal sich auf 4 μ, das andere Mal auf 5—8 μ belaufen.

Eigenthümliche Verhältnisse beobachtete ich einige Male bei Amphilonche belonoides und Acanthostaurus purpurascens. Hier klebte manchen gelben Pigmentzellen noch äusserlich ein zweiter

Kern an (Taf. I, Fig. 3 und 8). Derselbe ragte bald wie ein Höcker hervor, bald schmiegte er sich halbmondförmig der Oberfläche dicht an; von seinen Enden aus erstreckte sich eine dünne membranartige Schicht um den Pigmentkörper herum, so dass es aussah, als hätte sich rings um die Pigmentzelle herum eine zweite Zelle als Membran differenzirt.

Nicht bei allen Arten habe ich in dem Haufen gelben Pigments einen Kern nachweisen können, namentlich ist mir seine Existenz bei einigen später zu besprechenden einkernigen Jugendformen, wie eine solche in Figur 1, Tafel II abgebildet ist, sehr zweifelhaft. Dass wir es hier mit kernlosen Pigmentanhäufungen zu thun haben, ist mir um so wahrscheinlicher, als ohnehin isolirte gelbe Körnchen zerstreut in der Sarkode der Acanthometriden vorkommen und es daher ganz wohl möglich wäre, dass solche ursprünglich zerstreute Pigmentkörnchen sich das eine Mal im Umkreis eines Kerns zur Bildung einer ächten Pigmentzelle, das andere Mal sich ohne einen solchen Mittelpunkt angehäuft haben.

Als Entwicklungsformen der gelben Pigmentzellen deute ich Kerne mit einem Protoplasmahof, in dem ein oder mehrere Pigmentkörnchen eingestreut sind; sie fanden sich bei Acanthometra Claparedei (Taf. I, Fig. 5 a).

Die von Kernen, Sarkode und sonstigen Sarcodeeinschlüssen gebildete Inhaltsmasse füllt den Binnenraum der Centralkapsel meist völlig aus; selten finden sich in ihr Vacuolen oder gar ansehnliche Flüssigkeitsansammlungen wie bei Acanthometra elastica. Bei diesem sehr zierlichen Radiolar (Taf. I, Fig. 2 u. 2 a) ist die Centralkapsel zum grössten Theil von einer wasserklaren Flüssigkeit eingenommen, die bei der Behandlung mit Reagentien weder gerinnt, noch sich färbt. Das Protoplasma ist in verhältnissmässig geringen Mengen vorhanden; zum grössten Theil liegt es dicht unter der Kapselmembran im Umkreis der Stacheln und bildet hier kleine Anhäufungen, die durch dünne guirlandenartig angeordnete Sarkodestränge unter einander in Verbindung treten. In dem auf diese Weise entstehenden zarten Netzwerk liegen die Kerne und gelben Zellen eingestreut, namentlich in den Knotenpunkten des Netzes in der Umgebung der Stachelradien. In das Innere der Centralkapsel dringen nur feine Protoplasmafäden ein, die mit Vorliebe den Stacheln folgen, in ihrem Verlauf unter einander anastomosiren und im Mittelpunkt des Körpers sich zu einer kleinen, das Stachelkreuz umhüllenden Anhäufung vereinen. In Folge dieser seiner Beschaffenheit ist der Kapselinhalt der A. elastica durchsichtig wie bei keinem anderen Radiolar und demgemäss für das Studium mancher Verhältnisse aussergewöhnlich günstig. So kann man in schönster Weise die Protoplasmaströmung, die hier eine ziemlich lebhafte ist, am unversehrten Thier verfolgen und sehen, dass die Körnchen, wenn sie auch meist im Innern der Kapselmembran und der Oberfläche derselben parallel verlaufen, so doch ab und zu durch dieselbe hindurchtreten und in die extracapsuläre Sarkode gelangen. Desgleichen lässt sich deutlich erkennen, dass die Axenfäden der Pseudopodien, auf die wir später noch einmal zurückkommen werden, in die Centralkapsel eindringen und im Mittelpunkt derselben enden.

b. Der extracapsuläre Weichkörper.

Im Bau des extracapsulären Weichkörpers unterscheiden sich die Acanthometriden von allen übrigen Radiolarien sehr wesentlich. Zwar finden sich hier dieselben Bestandtheile wieder, wie auch sonst, nämlich die Gallerte, die extracapsuläre Sarkode und die Pseudopodien; aber diese Theile lassen mancherlei Besonderheiten erkennen, sei es in ihrer Beschaffenheit, sei es in ihrer Anordnung; ausserdem gesellen sich zu ihnen noch eigenthümliche Structurelemente, die sogenannten „Gallertcilien“, die in ihrem Vorkommen auf die Familie der Acanthometriden beschränkt sind.

Die Gallerte ist, wenn auch bei den einzelnen Arten verschieden stark, überall so reichlich

entwickelt, dass sie bei aufmerksamer Beobachtung nicht übersehen werden kann. Sie wurde schon von Claparède mit Recht als eine besondere Schicht nach aussen von der Kapselmembran geschildert, während Joh. Müller sie für eine Haut hielt und zwar für die einzige Haut, welche die Centralkapsel umschliesst. Haeckel erblickte in ihr ein postmortales Product, welches aus einer eigenthümlichen Verquellung der extracapsulären Sarkode entstehen soll, wie er dies auch bei den übrigen Radiolarienfamilien annahm, gab aber übrigens eine im Einzelnen vollkommen richtige Darstellung von ihrer Verbreitungsweise.

Durch Schöpfen von Meerwasser habe ich häufig Gelegenheit gehabt, lebensfrische Acanthometriden mit reichlich entfalteten Pseudopodien zu beobachten und mich dabei zu überzeugen, dass die Gallerte schon beim lebenden Thier vorhanden ist. Sie ist zwar dann vollkommen wasserklar und durchsichtig, so dass man ihre Begrenzung nur an den auf ihrer Oberfläche sich ausbreitenden Sarkodenetzen erkennen kann, besitzt aber schon die zuerst von Joh. Müller und später von Haeckel genauer beschriebene Anordnung. Gewöhnlich erhebt sie sich im Umkreis eines jeden Stachels zu einem umhüllenden Fortsatz, der Stachelscheide, welche den Stachel mehr oder minder weit bekleidet und häufig an ihrem Ende nabelförmig eingezogen ist. Die Scheiden sind am schönsten zu sehen bei Xiphacantha serrata (Taf. II, Fig. 4), bei welcher sie fast bis zur Spitze der Stacheln reichen, wenig ausgebildet dagegen sind sie bei der Acanthometra elastica, wo sie nur wenig über das gewöhnliche Niveau der Gallerte hervorragen (Taf. I, Fig. 2). Ihre Länge scheint übrigens, wie schon J. Müller vermuthete, bei derselben Art zu wechseln, was ich mit den Contractionszuständen der weiter unten zu beschreibenden „Gallertcilien" in Zusammenhang bringe. Vielfach können die Scheiden so gut wie ganz fehlen, einmal bei Arten, bei denen nur eine geringe Menge von Gallerte die Centralkapsel in Form einer dünnen Schicht umgiebt, dann aber auch bei Arten, die sich durch eine aussergewöhnliche Gallertmasse auszeichnen. So ist z. B. die Centralkapsel von Acanthochiasma rubescens von einer Gallertschicht umhüllt, die fast eine Kugelform besitzt, indem sie die Zwischenräume zwischen den Stacheln vollkommen ausfüllt und überall nahezu bis an das Niveau der Stachelspitzen heranreicht.

Die extracapsuläre Sarkode der Acanthometriden ist weniger reichlich als bei den meisten übrigen Radiolarien. Der in der nächsten Umgebung der Centralkapsel befindliche Theil, Haeckel's „Pseudopodienmutterboden", ist stets eine nur unbedeutende, dünne Schicht, die der Oberfläche der Centralkapsel gewöhnlich nicht direct aufliegt, sondern meist von ihr durch einen kleinen Zwischenraum getrennt wird. Von dem Pseudopodienmutterboden zieht sich das Protoplasma den Stacheln entlang, indem es dieselben scheidenartig umhüllt; ferner verbreiten sich Protoplasmafäden in Form von Netzen durch die Gallerte und erzeugen auf ihrer Oberfläche ein zartes Maschenwerk. Ein derartiges Protoplasmanetz wurde von Haeckel schon beim Acanthostaurus purpurascens, bei dem es wegen der in ihm enthaltenen Pigmentkörnchen besonders deutlich ist, beschrieben und abgebildet, ist aber bei allen Acanthometriden vorhanden. Die Körnchen der extracapsulären Sarkode sind in mehr oder minder lebhafter Bewegung begriffen, wobei es vorkommt, dass sie in den Centralkapselinhalt, die Membran passirend, übertreten, während umgekehrt auch Körnchen der Centralkapsel zu extracapsulären werden können. Wie schon oben erwähnt wurde, lässt sich dies namentlich bei der Acanthometra elastica schön verfolgen.

Von dem soeben geschilderten Protoplasmanetz sind feine Fäden zu unterscheiden, die sich auf der Oberfläche der Gallerte von Xiphacantha serrata und Acanthochiasma rubescens verbreiten. Bei Xiphacantha (Taf. II, Fig. 4) sind sie scharf contourirt und stets paarweis vereint; die einzelnen Paare verlaufen in regelmässigen Abständen von einander von der Spitze nach der Basis der Gallertscheiden

und divergiren hierbei, indem die Abstände nach abwärts wegen der zunehmenden Dicke der Gallertscheiden grösser werden. (In der Figur 4 auf Tafel II ist jedes Paar immer nur durch eine einfache Linie angedeutet.) Die Fäden zweier benachbarter Scheiden stossen in einer Linie auf einander, die den Zwischenraum zwischen den zugehörigen Stacheln halbirt. Indem diese Verhältnisse sich überall wiederholen, entsteht auf der Gallerte ein System zusammenhängender Linien, welches die Oberfläche in soviel polygonale Figuren eintheilt, als Stacheln vorhanden sind. Jeder Stachel bezeichnet den Mittelpunkt eines Polygons. Die Linien sind für uns deshalb von Bedeutung, weil sie die Ursprungsstellen der sogleich näher zu besprechenden Pseudopodien bestimmen.

Bei Acanthochiasma (Taf. I, Fig. 1) besitzt die Gallerte, wie erwähnt, die Gestalt einer Kugel, deren Oberfläche nur wenig, entsprechend den Spitzen der Stacheln, hervorgewölbt ist. Hier finden sich im Gegensatz zu Xiphacantha die zarten Fäden in der Mitte zwischen zwei Stacheln und beschreiben um dieselben polygonale Figuren von gleicher Form, wie sie, wenn auch in anderer Weise bedingt, bei jener vorkommen. Stets verläuft eine grössere Anzahl Fäden parallel und dicht bei einander in Form eines sehr zart längsgestreiften Bandes, das grosse Aehnlichkeit besitzt mit den marklosen Nervenfasern der Wirbelthiere, bei denen durch Osmiumbehandlung die fibrilläre Structur deutlich geworden ist. Weder bei Xiphacantha noch bei Acanthochiasma hängen die Fäden mit den Sarkodenetzen der Gallertoberfläche zusammen und sind daher wohl auch nicht protoplasmatischer Natur; dies bestimmt mich, sie für Stützapparate der Gallerte zu halten, die aus einer Differenzirung des Protoplasma hervorgegangen sind. Ob ähnliche Bildungen auch bei andern Acanthometriden auftreten, lasse ich dahingestellt.

Die Pseudopodien der Acanthometriden sind meist spärlicher als bei irgend einer anderen Radiolarienabtheilung; nur bei wenigen Arten sind sie in grosser Anzahl vorhanden und bilden dann einen Wald von Fäden (Taf. II, Fig. 4). Man kann unter ihnen zweierlei Arten unterscheiden: 1) Pseudopodien, die allein aus dem extracapsulären Sarkodenetz entspringen, und 2) solche, die sich in das Innere der Centralkapsel verfolgen lassen.

Die Pseudopodien der ersten Art sind feine, Körnchen führende Fäden, die regellos auf der Körperoberfläche vertheilt sind und keine bestimmte Richtung einhalten (Taf. I, Fig. 2 a). Bald treten sie aus der Gallerte hervor, bald aus der Sarkode, welche die Stacheln umhüllt; in letzterem Falle können sie die Stachelspitze überragen und den Eindruck erwecken, als tauchten sie aus einem im Innern der Stacheln befindlichen Centralkanal auf. Diese irrige Auffassung wurde von Claparède und Joh. Müller vertreten, mit Recht aber von Haeckel dahin verbessert, dass die Fäden aus einer oberflächlich gelegenen Protoplasmaschicht hervorgehen.

Die mit dem Centralkapselinhalt in Zusammenhang stehenden Pseudopodien halten eine streng radiale Richtung ein und zeichnen sich durch die grosse Regelmässigkeit ihrer Anordnung aus. Im Allgemeinen verlaufen sie in möglichst grosser Entfernung von den Stacheln. Bei den meisten Acanthometren steht jedesmal ein Pseudopodium in der Mitte zwischen zwei benachbarten Stacheln, wie es z. B. Figur 2 u. 2 a auf Tafel I von der Acanthometra elastica zeigt; es verursacht hier eine Einschnürung oder umgekehrt eine kleine Hervorwölbung der Gallerte, beides Eigenthümlichkeiten, die auch bei den Stacheln wiederkehren. Bei Acanthochiasma (Taf. I, Fig. 1) durchbohrt, wie leicht verständlich, das Pseudopodium das feinstreifige Band, welches die Gallerte stützt und ebenfalls an der entsprechenden Stelle eingefaltet ist.

Bei anderen Acanthometriden sind die Pseudopodien zahlreicher; bei Xiphacantha z. B. umgeben 50—60 jeden Stachel in Form eines Kranzes (Taf. II, Fig. 4); sie treten hier aus der Gallerte überall

an den Stellen hervor, wo die Stützfäden zweier benachbarter Stachelscheiden auf einander stossen; demgemäss stehen sie in Reihen, welche sich zu polygonalen Figuren im Umkreis der Stacheln vereinen, und bedingen durch diese regelmässige Anordnung ein ausserordentlich zierliches Bild.

Die an der Gesetzmässigkeit ihrer Stellung leicht erkenntlichen Pseudopodien der zweiten Art sind noch weiterhin dadurch charakterisirt, dass sie denselben feineren Bau wie die Pseudopodien der Heliozoen besitzen; wie diese werden sie von besonderen Axenfäden gestützt, die in das Innere des Weichkörpers eindringen und auf ihrer Oberfläche von einer Schicht feinkörnigen Protoplasma's bedeckt sind. Stellenweise häufen sich die Körnchen zu kleinen spindeligen Anschwellungen an, die den Varicositäten von Nervenfasern mit Recht verglichen wurden. Am schönsten habe ich die Beschaffenheit des ausserhalb des Weichkörpers gelegenen Abschnitts der Pseudopodien bei einer Xiphacantha beobachten können (Taf. III, Fig. 11). Nach der Behandlung mit Osmiumsäure hob sich hier die Rindenschicht auf grössere oder kleinere Strecken von dem Axenfaden ab und bildete um ihn eine Art von Scheide, oder sie schmolz zu Tropfen zusammen, die vom Axenfaden durchbohrt wurden.

Der im Weichkörper verlaufende Theil des Pseudopodium ist am deutlichsten bei der durchsichtigen Acanthometra elastica zu sehen. Das Pseudopodium kann bei dieser Radiolarie (Taf. I, Fig. 2 a) geraden Wegs durch die Gallerte und die Kapselmembran hindurch bis zur Vereinigungsstelle der Stacheln verfolgt werden; hier verschwindet es in einem Haufen feiner Körnchen, welcher die Stachelenden einhüllt. In diesem ganzen Verlauf ist der Axenfaden von feinkörnigem Protoplasma umhüllt, welches innerhalb der Centralkapsel mit den intracapsulären Sarkodesträngen durch dünne Fäden zusammenhängt, ausserhalb der Centralkapsel sich in gleicher Weise mit dem Sarkodenetz der Gallerte verbindet.

Auf das Eindringen der Pseudopodien in den Inhalt der Centralkapsel waren schon Claparède und Joh. Müller aufmerksam geworden. Die Angaben dieser Forscher veranlassten später Greeff[1]) zur Vermuthung, dass bei den Acanthometren die Pseudopodien durch Axenfäden gestützt sein möchten, wie bei den Heliozoen. Greeff's Vermuthung, gegen deren Berechtigung ich selbst mich in einer früheren Arbeit ausgesprochen habe, hat durch die mitgetheilten Beobachtungen ihre Bestätigung erhalten.

Mit den Pseudopodien wurden von Joh. Müller und Haeckel eigenthümliche Organe der Acanthometriden, die sogenannten „Gallertcilien", in genetischen Zusammenhang gebracht. Nach Müller's und Haeckel's Angaben wären dieselben nichts anderes als die Stümpfe der zurückgezogenen verdickten Pseudopodien, die in einem einzeiligen Kranz um jeden Stachel auf dem Ende der Stachelscheiden ständen und nach dem Tode leicht abfielen. Haeckel zählte sie bei verschiedenen Arten und kam dabei zum Schluss, dass sie in der Zahl 5 oder in Multiplen von 5 entwickelt seien. Ihrer chemischen Constitution nach hält er sie für identisch mit der Gallerte, die ja auch aus Verquellung der Sarkode hervorgehen soll, und zeichnet sie dem entsprechend auch überall als directe Fortsetzungen derselben; zugleich aber giebt er noch einer anderen Erklärungsweise Raum, dass „nämlich die Gallertcilien von den übrigen Pseudopodien verschieden und eigenthümliche differenzirte Sarkodetheilchen, Organe von bestimmter Bedeutung seien."

Nach den sowohl an lebenden als an abgetödteten Thieren von mir erhaltenen Resultaten stehen die Gallertcilien oder wie wir sie im Folgenden besser bezeichnen werden, „die contractilen Fäden" der Acanthometriden (Taf. I, Fig. 2, 2 a, 7, 9 f; Taf. II, Fig. 4 f) mit den Pseudopodien in keinerlei

1) R. Greeff: Ueber die Actinophryen als ächte Radiolarien zur Familie der Acanthometriden gehörig. Sitzungsber. der Niederrh. Gesellschaft. Januar 1871.

Zusammenhang, sondern sind Bildungen eigener Art. Dies geht schon aus ihrer Stellung hervor. Während die Pseudopodien von den Stacheln weit entfernt sind, liegen die contractilen Fäden unmittelbar um die Stacheln herum, entweder auf dem Ende der Gallertscheiden oder da, wo diese etwas eingezogen sind, am Grunde der durch die Einziehung entstandenen Vertiefung. Im letzteren Falle sind sie von der Gallerte ganz umhüllt, ohne mit ihr in irgend welchem innigeren Zusammenhang zu stehen, ebenso setzen sie sich überall scharf von den extracapsulären Sarkodenetzen ab. Ihre Zahl scheint für die einzelnen Arten typisch zu sein, ist aber im Uebrigen sehr variabel; bei Xiphacantha, bei welcher sie unter allen beobachteten Acanthometriden am grössten ist, mag sie ungefähr 80 betragen, während umgekehrt bei Acanthometra serrata nur ihrer 6 vorhanden sind. Das letztgenannte Beispiel zeigt zugleich, dass die Zahl durch kein besonderes Gesetz geregelt ist, wie Haeckel vermuthete. Die Länge der Fäden ist im Allgemeinen um so geringer, je grösser die Zahl ist; sie wurde bei Xiphacantha auf 6 μ., bei Acanthometra serrata auf 70 μ. und darüber bestimmt, wobei die Maasse vom lebenden Thier und im ausgedehnten Zustand genommen wurden.

Bei völlig normalen und durch keinerlei Insulte gereizten Individuen sind die contractilen Fäden scharf begrenzte homogene Gebilde, deren Dicke im Vergleich zu der beträchtlichen Länge sehr unbedeutend ist (Taf. I, Fig. 4 a). Am einen Ende breiter und häufig sogar etwas knötchenartig angeschwollen laufen sie nach dem anderen Ende in eine feine Spitze aus; mit der breiteren Basis sitzen sie auf der Gallerte fest, mit der Spitze dagegen legen sie sich in einiger Entfernung nach aussen an die Oberfläche des Stachels an. Die einzelnen Fäden verlaufen einander parallel und ordnen sich in einem einzeiligen Kranz an; gemeinsam bilden sie einen Kegelmantel oder ein rundes Dach, dessen Basis auf der Gallerte ruht, dessen Spitze vom Stachel durchbohrt wird.

Wenn nun die Acanthometride durch Klopfen auf das Deckgläschen beunruhigt wird, so schlängeln sich die Fäden und vollführen wurmartige Bewegungen (Taf. I, Fig. 7); zugleich verkürzen sie sich etwas, wobei das am Stachel gelegene Ende als punctum fixum wirkt, während die Gallerte angezogen wird. Lässt die Beunruhigung nicht nach oder war sie sehr intensiv, so wird die Verkürzung so stark, dass die langen dünnen Fäden zu kurzen und dicken Cylindern werden, deren peripheres Ende auf der nach dem Stachel zugewandten Seite schräg abgestutzt ist (Taf. I, Fig. 2 a und Fig. 4 b). Bei Acanthometra serrata z. B. schrumpfen die 70 μ. langen, unmessbar dünnen Fäden zu 20 μ. langen und 3 μ. dicken Stümpfen zusammen. Dieselben sitzen nach wie vor an der Gallerte fest, haben dagegen ihre Verbindung mit dem Stachel aufgegeben; es entstehen so die Kränze der Gallertcilien, wie sie Haeckel und Joh. Müller abbilden und bei denen die Beziehungen zu den Stacheln nicht mehr erkannt werden können. Nach einiger Zeit der Ruhe dehnen sich die contractilen Fäden von Neuem aus und nehmen ihre ursprüngliche Anordnung wieder ein.

Die bei Beunruhigung allmählig sich vollziehende Contraction erfolgt urplötzlich und momentan, sowie man eine intacte Acanthometride mit Osmiumsäure abtödtet. Es prägt sich hier ein wichtiger Unterschied im Wesen der Contraction zwischen den contractilen Fäden und den Pseudopodien aus. Letztere vermögen sich nur langsam zu verkürzen, sie können daher durch schnellen Zufluss von Osmiumsäure überrascht und im ausgedehnten Zustand dauernd fixirt werden. Bei den contractilen Fäden war mir dies nicht möglich, da die Contraction wie die Zuckung eines Muskels zu schnell erfolgt.

Die mit Osmiumsäure behandelten Fäden werden stark lichtbrechend und nehmen scharfe Contouren an, in Carmin färben sie sich rosenroth ähnlich der Kernsubstanz, wenn auch nicht so intensiv wie diese.

Unter der Einwirkung störender Einflüsse, zu denen beim Fangen mit dem Müller'schen Netz oder bei der Uebertragung des Mulders auf den Objectträger die mannigfachste Gelegenheit gegeben ist, können die contractilen Fäden Lageveränderungen erleiden. Ihre Enden können von den Stacheln losgelöst werden, so dass sie dann, wie es Joh. Müller auf verschiedenen Figuren zeichnet, frei in das Wasser hervorragen; sie können sogar ganz verlagert werden und zerstreut auf der Oberfläche der Gallerte als gewundene Fäden erscheinen. In dieser Weise erkläre ich mir das Bild und die Beschreibung, welche Haeckel von der Gallerte der Acanthometra fragilis giebt. Bei derselben soll „innerhalb der Gallertschicht um jeden Stachel ein dichtes Knäuel von mehreren vielfach verschlungenen glashellen, scharf doppelt contourirten Fäden von 0,001 mm Breite liegen; diese seltsam verschlungenen und verwickelten langen Fäden in der Sarkodegallerte sollen vielleicht die Cilienkränze der anderen Arten vertreten, in Chromsäure aufbewahrt unversehrt sichtbar bleiben."

Bei Acanthochiasma rubescens fehlen die contractilen Fäden und sind durch eine contractile Membran ersetzt, welche sich in einiger Entfernung von der Stachelspitze rings von Gallerte umschlossen findet (Taf. II, Fig. 7 b). Die Membran wird vom Stachel durchbohrt und schmiegt sich im Ruhezustand demselben in der Weise an, dass ihre durchbohrte Mitte nach der Stachelspitze, ihr freier Rand dagegen nach der Centralkapsel gewandt ist; sie legt sich dabei in zahlreiche Längsfalten; bei der Contraction verkürzt und verdickt sie sich; es hebt sich dabei der dem Stachel ursprünglich dicht anliegende freie Rand etwas von demselben ab, wie es aus Figur 7 a deutlich wird. Nunmehr hängt die Membran nur noch an der Durchbohrungsstelle fest am Stachel und bleibt auch mit demselben in Verbindung, wenn man die Acanthometride unter dem Deckgläschen zerquetscht. In Osmiumcarmin färbt sich die Membran ebenfalls rasch roth.

Die besprochenen contractilen Apparate sind in histologischer Hinsicht sehr interessante Bildungen. In erster Linie muss von ihnen hervorgehoben werden, dass sie nicht mehr aus Protoplasma bestehen, sondern aus einem Differenzirungsproduct desselben, aus einer Substanz, die in ihren Eigenschaften der contractilen Substanz der Muskeln am nächsten kommt. Wie Muskelfibrillen verkürzen sich die Fäden bei der Contraction unter gleichzeitiger Zunahme ihres Querschnitts, ohne dass dabei, wie bei dem nur zu amoeboiden Bewegungen befähigten Protoplasma, eine optisch sichtbare Umlagerung der Theilchen stattfindet; wie bei den Muskelfibrillen sind die Contractionen rascher und energischer als beim Protoplasma, wie Muskelfibrillen endlich grenzen sie sich scharf und ohne allmählichen Uebergang gegen das Protoplasma ab. Die contractilen Fäden resp. Membranen schliessen sich somit den histologischen Differenzirungen einzelliger Organismen an, wie solche namentlich bei den Infusorien im Stielmuskel und den Muskelfibrillen der Vorticellen gegeben sind.

Morphologisch unterscheiden sich die Fäden von den ihnen ähnlich sehenden Pseudopodien noch dadurch, dass sie keine vorübergehenden Bildungen sind, welche wie diese eingezogen und neu erzeugt werden können, sondern dass sie bleibend und „in gesetzmässig festgestellter Zahl, Grösse und Lage" vorhanden sind und somit schon den Charakter bestimmter Organe besitzen. Mit Recht legt Haeckel auf diesen Punkt Gewicht, obwohl er bei seiner Auffassung der „Gallertcilien" als umgewandelter Pseudopodien ihn noch nicht in seiner vollen Bedeutung würdigen konnte.

Was nun weiter die physiologische Leistung, welche die contractilen Fäden im Organismus der Acanthometriden zu erfüllen haben, anlangt, so kann ich hier nur Vermuthungen äussern. Am wahrscheinlichsten ist die Annahme, dass sie Apparate für die Befestigung und Bewegung der Gallerte sind. Denn von den beiden Punkten, zwischen denen sie sich ausspannen, ist der am Stachel gelegene

zweifellos das punctum fixum, da die Stacheln selbst bei ihrer innigen centralen Verbindung entweder ganz unbeweglich sind oder nur so weit bewegt werden können, als es ihre Elasticität erlaubt. Auch habe ich thatsächlich bei der Acanthometra elastica beobachtet, dass langsame Contractionen der Fäden die Stachelscheiden verlängern.

Nach dieser Annahme würden die contractilen Fäden die Organe sein, welche sogar überhaupt die Bildung der Stachelscheiden erst veranlasst haben, indem sie die anfänglich kugelige Gallertmasse den Stacheln entsprechend ausgezogen haben. Hiermit stimmt denn auch die Verbreitungsweise der Stachelscheiden überein, die überall nur da auftreten, wo contractile Fäden gleichzeitig vorhanden sind. Zugleich ist in diesem Verhältniss auch der Grund gegeben, weshalb ich an einer frühern Stelle das von Haeckel behauptete Vorkommen von Stachelscheiden beim Mangel der Stacheln für unwahrscheinlich erklärte, denn die contractilen Fäden können nur dann auf die Gallerte einen Einfluss ausüben, wenn sie einen festen Stützpunkt an den Stacheln besitzen; ohne die Stacheln müssen sie wirkungslos sein, wie Muskeln mit durchschnittenen Sehnen.

Der Zweck der Gestaltveränderungen, welche die Gallerte unter der Einwirkung der contractilen Fäden erleidet, scheint mir darin gesucht werden zu müssen, dass sie einen Einfluss auf das Auf- und Absteigen der Acanthometriden im Wasser besitzen. Ich halte dies deshalb für wahrscheinlich, weil alle diese Bewegungen durch äussere Reize bedingt werden und weil die contractilen Fäden diejenigen Theile im Organismus sind, welche sich äusseren Reizen gegenüber am empfindlichsten verhalten. Bestimmtere Anschauungen über diesen Punkt auszusprechen halte ich für unzweckmässig, da sie sich zur Zeit doch nicht sicher begründen lassen. Zunächst müssen genaue Beobachtungen der Lebensverhältnisse und Lebenserscheinungen der Acanthometriden uns belehren, wodurch die schwimmenden Bewegungen der Organismen bedingt sind, bevor wir den Einfluss bemessen können, den die contractilen Apparate auf sie ausüben.

2. Der Bau der Jugendformen der Acanthometriden.

Unter den grossen Mengen völlig ausgebildeter Acanthometriden, deren Centralkapsel von zahlreichen kleinen runden Kernen mehr oder minder erfüllt war, traf ich ab und zu jugendliche Thiere mit nur einem einzigen Kerne an. Dies veranlasste mich, mein Augenmerk auch den Entwicklungszuständen zuzuwenden und zu versuchen, ob es nicht möglich sei, die Art und Weise, in welcher die jungen Acanthometriden zu vielkernigen Thieren heranwachsen, durch Auffinden einer annähernd vollständigen Reihe von Zwischenformen festzustellen.

Die Entscheidung dieser Frage hat mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen. Die grösste derselben ist dadurch gegeben, dass die Zahl der jungen Thiere im Verhältniss zu den ausgebildeten wenigstens während des Winters eine ganz verschwindend kleine ist. Dazu kommt, dass fast alle undurchsichtig sind, dass man daher zur Anwendung von Reagentien seine Zuflucht nehmen muss, um die so wichtigen Kernveränderungen genauer verfolgen zu können. Eine zusammenhängende Untersuchung ist hierdurch unmöglich gemacht und der Beobachter ist darauf angewiesen, sich durch Combination der einzelnen Stadien ein Bild von dem Entwicklungsgang zu construiren.

Dies sind die Gründe, weshalb die Angaben, die ich im Folgenden über die Entwicklung der einkernigen Acanthometriden zu vielkernigen machen kann, lückenhaft geblieben sind, trotzdem ich das sehr reichliche Material, das ich in Osmium-Carmin conservirt mitgenommen hatte, von dem betonten Gesichtspunkt aus vollkommen untersucht habe. Bei der Darstellung werde ich zunächst die wich-

tigsten Beobachtungen mittheilen und dann versuchen, aus denselben eine einheitliche Auffassung zu gewinnen.

Bei allen jungen Exemplaren war das Skelet schon völlig angelegt, so dass man die Art genau bestimmen konnte, sofern nicht die Stacheln sei es abgebrochen, sei es durch Osmiumsäure zu stark angefressen waren. Die Centralkapsel war vielfach von einer besonderen Membran umgeben, deren Existenz ich übrigens auch für die Fälle, in denen ich sie nicht durch Beobachtung nachweisen konnte, nicht in Abrede stellen möchte, weil sie an todten in Glycerin liegenden Thieren leicht übersehen werden kann. Eine Gallertumhüllung und contractile Fäden oder Gallertcilien habe ich mehrfach aufgefunden (Taf. I, Fig. 9) und halte ich sie daher ebenfalls für Theile, die sehr früh zur Entwicklung kommen. Gelbe Pigmentkörper sind seltener vorhanden und sind dann einfache Anhäufungen gelber Körnchen, die noch keinen Kern besitzen (Taf. II, Fig. 1).

Der Nucleus zeigt eine sehr wechselnde Beschaffenheit. Bei vielen Exemplaren, die ich für die jüngeren halte, ist er relativ klein, indem sein Durchmesser ungefähr $^1/_4$ so gross ist als der Durchmesser der Centralkapsel; bei anderen wiederum — den älteren Thieren — hat er an Dimension zugenommen; ja es kommt vor, dass die Centralkapsel zur Hälfte von Protoplasma, zur anderen Hälfte von dem ganz ausserordentlich grossen Kern erfüllt wird (Taf. I, Fig. 9; Taf. II, Fig. 5 u. 6).

Die kleineren Kerne haben eine kreisförmige oder ovale Gestalt und sind Bläschen, die von einer feinen Membran umhüllt werden (Taf. II, Fig. 1 u. 2). Auf der Innenseite der Kernmembran lagert eine dicke Lage von Kernsubstanz, die Kernrindenschicht, welche besonders an den beiden Enden ovaler Kerne sehr ansehnlich ist. Das Centrum des Kerns wird von einem grossen Nucleolus eingenommen, neben dem sich fast stets noch einige kleinere, ebenfalls aus Kernsubstanz bestehende Körnchen vorfinden. Die geschilderte Kernform habe ich nicht allein nach Carminosmiumbehandlung, sondern auch einmal bei einer jungen Amphilonche belonoides im frischen Zustand wahrgenommen; sie repräsentirt uns so recht den Typus eines hochdifferenzirten bläschenförmigen Kerns, wie er bei den Heliozoen, den Süsswassermonothalamien und Amoebinen weit verbreitet ist.

Neben Acanthometriden mit einem bläschenförmigen Nucleus kommen Thiere vor, bei denen der Kern mehr den Eindruck eines soliden Körpers macht. Hier ist dann der ganze von der Kernmembran umschlossene Binnenraum von einer gleichförmigen Substanz erfüllt, und in derselben liegen 2, 3 oder 4 Kernkörperchen, welche nichts anderes sind als Verdichtungen der Inhaltsmasse. Da die geschilderten soliden Kerne durchschnittlich kleiner sind als die bläschenförmigen, so stehe ich nicht an, sie für die Vorläufer der letzteren zu halten.

Sowie der Kern eine bedeutendere Grösse erreicht, kann er seine ursprüngliche runde Gestalt nicht beibehalten, da er durch die Stacheln in seiner Ausdehnung nach den verschiedensten Richtungen hin behindert ist; er wird so genöthigt, in Lappen auszuwachsen, die sich zwischen den Stacheln hindurchschieben und dieselben umgeben (Taf. I, Fig. 9 u. Taf. II, Fig. 5 u. 6). In seinem feineren Bau sind ebenfalls Umänderungen vor sich gegangen, von denen ich die wichtigsten hier in der Reihenfolge, in der sie sich nach meiner Ansicht auch in der Natur an einander anschliessen, genauer beschreiben werde.

An den Anfang stelle ich eine sehr eigenthümliche Kernform, die ich im Ganzen viermal, zweimal bei dem Acanthostaurus purpurascens und je einmal bei der Acanthometra serrata und A. Claparedei, aufgefunden habe. Hier ist der Kern ein ausserordentlich grosses, etwas abgeplattetes Bläschen, dessen eine an die Kapselmembran stossende Seite eine halbkugelig gewölbte Oberfläche besitzt, während die andere, die bis zum Stachelkreuz vordringt, mehr oder minder tief gelappt und von den

Stacheln vielfach eingeschnürt ist (Taf. III, Fig. 10 a). Nach aussen wird das Bläschen von einer deutlichen Membran bedeckt; im Inneren fällt sofort der sehr grosse Nucleolus auf. Letzterer ist gewöhnlich ein rundlicher, bald mehr cylindrischer, bald mehr ovaler Körper, der sich an seinem vom Centrum der Centralkapsel abgewandten Ende wie ein Kreissel zuspitzt. Mit dem spitzen Ende reicht er nahe an die convexe Seite der Kernoberfläche heran und ist die Membran derselben hier ein wenig nabelförmig eingezogen. Seiner Substanz nach zerfällt der Nucleolus in zwei durch eine scharfe Linie getrennte Bestandtheile, die sich an den von mir allein untersuchten Carminosmiumpräparaten durch ihre verschiedene Imbibitionsfähigkeit unterscheiden. Der dunkler gefärbte Theil bildet die Hauptmasse des Nucleolus, der heller gefärbte dagegen bildet nur das spitze Ende, welches wie eine Mütze dem dunkleren Abschnitt aufsitzt.

In einem Falle zeigten die beiden Bestandtheile des Nucleolus ein etwas abweichendes Verhalten (Taf. III, Fig. 14). Die dunkler gefärbte Substanz besass hier die Gestalt einer flachen, aber dickwandigen Schüssel mit wulstigen Rändern, in deren Inneren die hellere Substanz als ein ovaler Körper lagerte. Eine weitere Eigenthümlichkeit prägte sich darin aus, dass im Centrum des ovalen Körpers noch eine ansehnliche Kugel von dunkelgefärbter Kernsubstanz eingebettet war.

Von dem Nucleolus durch einen breiten, schwächer gefärbten Zwischenraum getrennt findet sich auf der Innenseite der Kernmembran eine an den meisten Stellen nur wenig entwickelte Kernrindenschicht; nur am Ende der lappenartigen Fortsätze bildet dieselbe dickere Lagen, die bei seitlicher Ansicht halbmondförmig erscheinen, von der Fläche betrachtet dagegen (Taf. III, Fig. 10 b) undeutlich umschriebene dunklere Felder erzeugen und sich nicht selten noch weiterhin an der äussersten Spitze der Lappen in kleine fingerartige Verlängerungen erheben (Taf. III, Fig. 15). In der Rindenschicht sind, wenn auch nicht immer, kleine Körperchen von Kernsubstanz eingestreut, die stärker gefärbt sind als ihre Umgebung.

Ihr charakteristisches Gepräge erhält die zu schildernde Kernform durch eine in ihrem Inneren gelegene sehr auffällige Structur, deren Deutung mir lange Schwierigkeiten bereitet hat. Das spitze Ende des Nucleolus (Taf. III, Fig. 10 a) wird von einer Zone umgeben, die sich in Carmin wenig imbibirt hat und daher als helle Stelle gegen den umgebenden roth gefärbten Inhalt absticht. Die Zone besitzt die Gestalt eines kurzen Cylinders oder eines abgestutzten Kegels; mit ihrer Basis ruht sie auf dem Nucleolus da, wo die hellere Spitze und der dunkler gefärbte Rest desselben an einander stossen, wobei die erstere in das Innere der Zone hineinragt; auf der entgegengesetzten Seite reicht sie bis nahe an die Kernrindenschicht heran, ohne diese jedoch zu berühren. Ihre Grenze gegen den Kerninhalt ist scharf gezogen, als wäre sie von einer Membran gebildet, und wird ferner dadurch deutlich, dass in ihr circuläre Streifen verlaufen, welche den hellen Raum wie die Reifen ein Fass umgürten und namentlich auf dem optischen Durchschnitt als kleine dreieckige, nach Innen vorragende Vorsprünge sichtbar sind. Dieselben circulären Streifen finden sich auf dem angrenzenden Theil der Nucleolusspitze.

In das Innere des hellen, von dem circulären Streifensystem umhüllten Raumes führt ein enger, von aussen nach innen ein wenig trichterförmig erweiterter Canal; derselbe umschliesst ebenfalls eine in Carmin nur schwach gefärbte Masse, liegt genau gegenüber der Spitze des Nucleolus, die bis nahe an seine innere Mündung heranreicht, und durchsetzt in seinem Verlauf den Inhalt der Kernblase, die Kernrindenschicht und wahrscheinlich auch die Kernmembran.

Um vom Bau der eigenthümlichen Kernform eine richtige Vorstellung zu bekommen, muss man die bisher dargestellten, bei seitlicher Ansicht vornehmlich erhaltenen Resultate dadurch vervollständigen,

dass man den Kern aus der Centralkapsel herauspräparirt und von seinen beiden, einerseits der Peripherie, andererseits dem Centrum zugewandten Flächen betrachtet. Von der centralen Seite aus gesehen (Taf. III, Fig. 10 b) lässt der Kern im Wesentlichen nur seine lappige Beschaffenheit und die Vertheilung der Verdickungen der Rindenschicht erkennen; untersucht man ihn dagegen von der peripheren Fläche aus und zwar derart, dass man gerade auf die Nucleolusspitze herabsieht (Taf. III, Fig. 15), so erblickt man den in den hellen Raum führenden Canal als eine lichte rundliche Stelle und sieht von ihm aus radiale Streifen ausstrahlen, ähnlich den Falten, die eine bruchsackartig durch eine Oeffnung hervorgestülpte Membran zu bilden pflegt. Wenn man dann etwas tiefer einstellt, so tauchen die circulären Streifen und unter ihnen der Nucleolus auf. Erstere bilden Ringe, die man bei der besprochenen Lagerung des Kerns alle auf einmal in ihrem Verlauf überblickt, und die wie die Windungen eines aufgerollten Taues über einander liegen.

Die geschilderte Structur hat einige Aehnlichkeit mit der faserigen Differenzirung der Kernsubstanz, wie sie in der Neuzeit besonders von Strasburger, Bütschli, O. Hertwig u. A. beschrieben worden ist; sie ist jedoch mit ihr nicht gleichwerthig, sondern muss nach meiner Ansicht in einem ganz anderen Sinne gedeutet werden. Ich nehme an, dass auf der höchsten Stelle der convexen Seite des Kerns die Membran desselben sich in das Innere eingestülpt und hier zur Bildung eines weiten Raumes, der nicht von Kernsubstanz erfüllt ist, ausgebreitet hat. Hierbei bedeckt sie das periphere Ende des Nucleolus, schlägt an der Einstülpungsstelle radiale, im Inneren des Kerns circuläre Falten und ist in Folge der letztgenannten Eigenthümlichkeit Ursache der streifigen Structur.

In meiner Auffassung bin ich durch Zerzupfungspräparate bestärkt worden. Schält man den Nucleolus unter dem Präparirmikroskop aus dem Kern heraus, so überzeugt man sich, dass in der That seine von der helleren Kernsubstanz gebildete Spitze von einer Membran überzogen ist und dass ferner diese an den Rändern zerfasert übersteht, als ob sie im natürlichen Zusammenhang noch auf andere Theile des Kernes hinüberreiche. Auch die äusseren circulären Streifen bleiben erhalten und machen nunmehr ganz den Eindruck von Faltungen oder Verdickungen einer Membran. Die circulären Streifen fand ich sogar an einem Kern, der offenbar schlecht — vielleicht erst nach vorausgegangenem Tode des Thieres — conservirt war, aus dem ein Theil der Kernsubstanz ausgetreten war und einen besonderen im Kapselinhalt gelegenen, runden Körper bildete. Beständen die Streifen aus Kernsubstanz, so würden sie sich unter so ungünstigen Verhältnissen schwerlich erhalten haben.

Bevor wir auf die Besprechung weiterer Entwicklungsstufen übergehen, müssen wir noch zuvor einige Kerne betrachten, die den Uebergang von den einfach bläschenförmigen Kernen mit grossem Nucleolus zu den complizirteren Formen mit eingestülpter Kernmembran vermitteln. Obwohl dieselben den letztgenannten offenbar in der Entwicklungsreihe vorangehen, so empfiehlt es sich doch, sie erst im Anschluss an diese zu behandeln, da ihr Bau erst so Interesse gewinnt und zum Theil sogar dadurch allein verständlich wird. Zwei Kerne, von denen der eine in Figur 3, Taf. III abgebildet ist, waren Bläschen mit dicker Rindenschicht und einem grossen Nucleolus; ihre Besonderheit bestand darin, dass an dem peripheren Ende des Nucleolus sich eine kleine Anhäufung hellerer Kernsubstanz angesammelt hatte und dass die Anfänge der Lappenbildung bemerkbar waren. Bei einem dritten Kern (Taf. III, Fig. 2) war die helle Kernsubstanz reichlicher und bildete schon eine flach conische Erhebung auf dem Nucleolus. Die conische Erhebung wurde auf ihrer nach der Peripherie des Kerns gewandten Seite von einem kleinen, hellen, sichelförmigen Raum überzogen, den ich, obwohl er noch keine circuläre Streifung erkennen liess, als erste Anlage der Einstülpung der Kernmembran deute, da er auf der einen Seite an diese selbst anstiess. Der Kern stammte von einer Amphilonche; dies erklärt,

warum er noch nicht gelappt war, da er bei dieser Acanthometride vom Stachelkreuz ziemlich entfernt liegt und in seinem Wachsthum daher auch von demselben nicht beeinflusst wird.

In unserer Schilderung weitergehend kommen wir nunmehr zu Kernformen, die ebenfalls eine gelappte Gestalt besitzen, dagegen die circulär streifige Structur vermissen lassen (Taf. III, Fig. 9 a). Als Rest der letzteren ist vielleicht ein Körnchenkreis zu deuten, den ich ein einziges Mal ungefähr an der Stelle, wo sonst die Membran eingestülpt ist, auf der Kernoberfläche angetroffen habe. Der Nucleolus ist bei diesen Kernen entweder nur noch als ein blasser undeutlicher Körper zu erkennen, oder er ist gänzlich geschwunden; die Kernrindenschicht dagegen ist viel umfangreicher geworden und bildet vornehmlich an den Enden der Kernlappen massige Anhäufungen, die mehr denn früher in das Protoplasma der Centralkapsel hervorragen (Taf. III, Fig. 9 b). Die in Carmin stärker gefärbten Körnchen, die früher nur spärlich in der Rindenschicht vorhanden waren oder gänzlich fehlten, sind sehr zahlreich geworden und verleihen dem Kern ein sehr charakteristisches Aussehen [1]).

An die Resultate, welche die Untersuchung einkerniger Acanthometriden ergeben hat, reihen sich die Beobachtungen über die Formen, welche den Uebergang zu den vielkernigen vermitteln. Auch hier haben wir mit eigenthümlichen Verhältnissen zu thun, wie sie in keiner anderen Thierabtheilung wiederkehren.

In der Centralkapsel einer Acanthometra Claparedei (Taf. I, Fig. 10) waren zweierlei Kernformen neben einander vorhanden: 1) ziemlich zahlreiche kleine Kerne, die den gewöhnlichen Nuclei der ausgebildeten Acanthometren völlig glichen, einen Durchmesser von 5 μ besassen und in ihrem rundlichen Körper ein wandständiges dunkleres Korn enthielten; 2) vier ansehnlich grosse Kerne von wurstförmiger Gestalt, welche in der Länge 25—40 μ, in der Breite 10—15 μ maassen und alle über eine Seite gekrümmt waren, so dass man an ihnen eine concave und eine convexe Fläche unterscheiden konnte. Mit ihrer eingekrümmten Seite umgriffen drei der Kerne halbringartig die Stacheln. In ihrem Bau zeigten sie noch am meisten Aehnlichkeit mit manchen von Bütschli und Wrzesniowski beschriebenen und auch von mir beobachteten Infusorienkernen und bestanden aus einer homogenen Grundmasse, in welcher zahlreiche stärker gefärbte Körperchen eingebettet waren (Taf. III, Fig. 6 bei stärkerer Vergrösserung und von einem anderen Exemplar). Die Körperchen sind im Mittel 1,5 μ gross, von hellen Höfen umgeben und liegen so dicht gedrängt, dass sie nur durch dünne Scheidewände der gewöhnlichen Grundsubstanz von einander getrennt werden. In ihrem Vorkommen sind sie auf die convexe Seite der wurstförmigen Körper beschränkt, wo sie meist in einer Reihe oder besser in einer Schicht und nur selten mehrere über einander liegen; dagegen fehlen sie auf der concaven Seite, welche daher allein von der homogenen Grundmasse des Kerns gebildet wird.

Aehnliche Zustände, wie sie hier genauer von einer Acanthometra Claparedei geschildert wurden, habe ich bei einer ganzen Anzahl von Acanthometriden, namentlich bei mehreren Exemplaren von Acanthostaurus purpurascens wiedergefunden. Einige Male waren hierbei Uebergangsformen zwischen den grossen wurstförmigen und den kleinen runden Kernen nachweisbar. Als solche Uebergangsformen (Taf. III, Fig. 6) betrachte ich runde Kerne, die nur 8—12 μ maassen, von denen die grösseren

1) In Anmerkung erwähne ich kurz zwei Kernformen, die ich am Meere beobachtet habe, in der Neuzeit aber auf ihren Bau nicht habe wieder untersuchen können. In dem einen Fall (Taf. II, Fig. 5) war der Kern anscheinend eine einzige homogene gelappte Masse, in welcher zerstreute nucleolusartige Körperchen lagerten; im anderen Fall (Taf. II, Fig. 6) konnte ein Nucleolus und eine Kernrindenschicht unterschieden werden; letztere bildete namentlich die Lappen, ersterer nahm das Centrum des Kerns ein, war ebenfalls unregelmässig gelappt und zeigte in einem Theil eine undeutliche Streifung, über deren Anordnung ich bei der damaligen Untersuchung nicht in's Klare gekommen bin. Vielleicht ist sie auf die eingestülpte Membran, die in Rückbildung begriffen ist, zurückzuführen.

etwa 8 rothgefärbte Körperchen umschlossen, während die kleineren nur zwei derselben beherbergten und daher wie besonders grosse Acanthometridenkerne aussahen. Ferner rechne ich hierher einen grossen Kern mit vielen Kernkörperchen, der auf seiner Oberfläche der Anzahl der letzteren entsprechend eingeschnürt war, so dass er einer Maulbeerkugel glich (Taf. III, Fig. 7).

In der bisher gegebenen Darstellung sind die wichtigsten Beobachtungen enthalten, welche ich über die Umwandlung der einkernigen Acanthometriden in vielkernige habe machen können. Aus ihnen abstrahire ich folgendes einheitliches Bild des Entwicklungsganges.

Um mit den frühesten Zuständen zu beginnen, so kann es wohl nicht zweifelhaft sein, dass die von Joh. Müller beobachteten Schwärmer der Acanthometriden homogene Kerne besitzen, wie ich dies für die Colliden und Sphaerozoiden nachgewiesen habe. Wenn die Schwärmer — vielleicht nach vorausgegangener Copulation — in den Rhizopodenzustand übergehen und durch Nahrungsaufnahme wachsen, werden offenbar auch die Kerne grösser und umgeben sich mit einer Membran. Dann bilden sich in ihnen verdichtete nucleolusartige Stellen aus, welche, anfänglich in grösserer Zahl vorhanden, später zu einem einzigen grossen Nucleolus verschmelzen, während andere Theile der Kernsubstanz sich zur Rindenschicht ansammeln. Die fortdauernde Grössenzunahme zwingt den Kern, in lappige Fortsätze auszuwachsen; gleichzeitig sondert sich der Nucleolus in zwei Substanzen, eine heller gefärbte, welche seine Spitze und eine dunklere, welche seinen übrigen Theil ausmacht. Da wo die Spitze des Nucleolus an die Kernmembran heranreicht, stülpt sich die letztere in das Innere ein, umhüllt die Spitze und erzeugt durch Faltung das circuläre Streifensystem, das den Nucleolus in einiger Entfernung umgiebt. Welche Bedeutung dieser Process besitzt, ist völlig unklar, wahrscheinlich aber steht er in irgend welcher Weise mit einer Umlagerung der Kernsubstanz in Zusammenhang, welche eine Reihe weiterer wichtiger Veränderungen einleitet, die mit dem Zerfall des grossen einheitlichen Kerns in zahlreiche kleine Kerne enden.

Nachdem auf der einen Seite die Einstülpung der Membran erfolgt ist, sammelt sich die Kernsubstanz reichlicher an der Spitze der Lappen an, welche in wechselnder Zahl auf der entgegengesetzten Seite des Kernes hervorragen. Während diese Anhäufungen immer ansehnlicher werden, wird der Nucleolus undeutlicher und schwindet endlich gänzlich, desgleichen bildet sich die eingestülpte Partie der Kernmembran zurück. Wir haben auf diesem Stadium einen leeren Kernraum vor uns, der auf seiner centralen Seite mit soliden Fortsätzen von Kernsubstanz bedeckt ist. In diesen waren von Anfang an stärker gefärbte Körner und Körnchen sichtbar, die im Lauf des Wachsthums an Zahl zugenommen haben.

Die Aehnlichkeit, welche zwischen den Fortsätzen des Kerns mit ihren Körnern einerseits und den später auftretenden wurstförmigen Kernen mit ihren nucleolusartigen Einschlüssen andererseits besteht, wird einem Jeden beim Vergleich beider Bildungen auffallen und bestimmt mich zur Annahme, dass letztere entstanden sind, indem erstere von der Kernblase sich abgeschnürt haben, während die Kernblase selbst sich aufgelöst hat. Von den wurstförmigen Kernen aber sind sehr leicht die Nuclei der ausgebildeten Acanthometriden abzuleiten. Denn wie eine Reihe von Uebergangsformen lehrt, zerfallen jene immer mehr, sei es langsamer, sei es schneller, in kleine Stücke. Hierbei scheinen die nucleolusartigen Einschlüsse, die wir in gleicher Weise auch in den Kernen alter Acanthometriden wiederfinden, als Attractionscentren zu wirken, da ihre Zahl die Zahl der aus den grösseren Kernen hervorgehenden Theile bestimmt.

Wenn die Bedeutung und die Aufeinanderfolge der einzelnen Kernzustände thatsächlich sich so verhalten, wie ich es hier wahrscheinlich zu machen versucht habe, dann liegt bei den Acantho-

metriden eine ganz aussergewöhnliche Art der Kernvermehrung vor. Im ersten Theil ihres Verlaufs würde sie den Charakter der Kernknospung, im zweiten Theil den Charakter der Kerntheilung besitzen. Beide Processe würden sich ohne die streifige Umwandlung der Kernsubstanz, welche die meisten Kerntheilungen auszeichnet, vollziehen, wenn auch in der Differenzirung des Nucleolus und in der vom gesammten Kern angenommenen Gestalt ein verschiedenes Verhalten der beiden Kernenden, wenn man will, eine gewisse Polarität der Kernenden während der Zeit der Knospung sich zu erkennen giebt.

2. Die Familie der Acanthophractiden.

An die Acanthometriden schliessen sich im Bau ihres Skelets und ihrer Weichtheile auf's Engste eine Anzahl Formen an, die ich unter dem Namen der Acanthophractiden zusammenfasse. Dieselben wurden von Joh. Müller zum Theil als Panzeracanthometren oder Acanthometrae cataphractae im Anschluss an die ächten Acanthometren abgehandelt, zum Theil wurden sie mit einigen nicht hierher gehörigen Arten in der Gattung Haliomma vereint und zu den Polycystinen gerechnet. In dem von Haeckel entworfenen System, in welchem mit Recht das Müller'sche Genus Haliomma in eine Anzahl sehr verschieden gestalteter Gattungen (Dorataspis, Haliommatidium, Aspidomma, Haliomma s. str. etc.) aufgelöst worden ist, bilden sie einen Theil der Ommatiden, und zwar gehört von denselben hierher die gesammte Unterfamilie der Dorataspiden (Dorataspis und Haliommatidium) und die Gattung Aspidomma unter den Haliommatiden, während die übrigen Haliommatiden und alle Actinommatiden in die Nähe der Ethmosphaeriden gestellt werden müssen.

Die nahe Verwandtschaft der Acanthophractiden mit den Acanthometriden ist weder Joh. Müller noch Haeckel entgangen. Der erstere hebt wiederholt hervor, dass die Acanthometrae cataphractae vielleicht nur Jugendformen der Haliommen seien oder dass sie wenigstens den letzteren im Bau nahe ständen, weshalb „eine tiefere Scheidung der Haliommen und Acanthometren von nun an fast unnatürlich erscheinen könnte.“ Ebenso ist auch Haeckel der Ansicht, dass „die Familie der Ommatiden durch unmittelbare Uebergänge mit den Acanthostauriden verbunden ist“, und macht an einer anderen Stelle die Gattungen Dorataspis und Haliommatidium als Uebergangsformen namhaft, welche den Anschluss an die Acanthometren ermöglichen. In der von Müller und Haeckel vertretenen Auffassung ist daher nur das Eine irrthümlich, dass sie die Acanthophractiden zugleich auch für Verwandte der mit Gitterkugeln versehenen Gattungen Haliomma (im Sinne Haeckel's) und Actinomma halten, welche nicht allein wegen ihres Skelets, sondern auch wegen der Beschaffenheit ihres Weichkörpers als dem Acanthometridentypus fernstehende Radiolarien angesehen werden müssen. In der Neuzeit hat Haeckel[1]) daher auch mit Recht unsere Acanthophractiden von den übrigen Ommatiden getrennt und mit den Acanthometriden als Panacanthae vereint.

I. Das Skelet der Acanthophractiden.

Die Grundlage des von Haeckel am genauesten beschriebenen Acanthophractidenskelets wird von Stacheln gebildet, welche in ihrer Zahl und Anordnung vollkommen mit denen der Acanthometriden übereinstimmen. Dementsprechend sind sie zu zwanzig vorhanden, in fünf vierzähligen Kreisen

1) E. Haeckel, Das Protistenreich. Eine populäre Uebersicht über das Formengebiet der niedersten Lebewesen. Leipzig 1878. Ferner abgedruckt im Kosmos Bd. III.

nach dem Müller'schen Gesetz gestellt und mit ihren centralen, keilförmig zugespitzten Enden in der Mitte der Centralkapsel in einander gestemmt. Alle Stacheln sind gewöhnlich von gleicher Grösse und Beschaffenheit wie bei der Gattung Acanthometra.

Das wichtigste Merkmal, welches das Skelet von dem der Acanthometriden unterscheidet, besteht darin, dass von den zwanzig Stacheln, in einem bestimmten und bei derselben Art gleichen Abstand von ihrem centralen Ende, Fortsätze ausgehen, die eine Gitterkugel erzeugen (Taf. I, Fig. 6). Die Fortsätze eines Stachels theilen sich nämlich in einer regelmässigen und nach den einzelnen Arten verschiedenen Weise, oder sie verleihen Seitenzweigen ihren Ursprung, die ihrerseits wiederum tertiäre Aestchen unter rechten Winkeln abgeben, wie dies durch Haeckel's sehr genaue Beschreibungen, auf welche ich hier der Kürze wegen verweise, bekannt geworden ist. Die zu einem und demselben Stachel gehörigen Theiläste verschmelzen unter einander, da wo sie sich begegnen, zu einem Gitterwerk; wo sie dagegen mit den Aesten eines benachbarten Stachels zusammenstossen, legen sich beide nur an einander und bleiben durch eine Naht getrennt. Jede Gitterkugel besteht somit aus einzelnen Stücken, den „Gittertafeln", deren Zahl mit derjenigen der Stacheln übereinstimmt. Nur bei den Arten der Gattung Haliommatidium verwachsen bei der Alterszunahme des Thieres auch die Gittertafeln nach Haeckel's Angaben unter einander; ich selbst habe nur wenige Exemplare des Haliommatidium Mülleri gesehen; bei denselben war die Verwachsung noch nicht eingetreten und zeigte daher das Skelet die von Haeckel in den Figuren 10 und 12 der Tafel XXII dargestellte Beschaffenheit.

Die aus der Verästelung und Verschmelzung der Stachelfortsätze entstandene Gitterkugel liegt ausserhalb der Centralkapsel; zu ihr gesellt sich bei der Gattung Aspidomma noch eine zweite intracapsuläre und daher kleinere Kugel, die in gleicher Weise wie die extracapsuläre von Stachelfortsätzen gebildet wird, stets aber einen einfacheren Bau besitzt. Bei einem Exemplar von Aspidomma endlich habe ich sogar Ansätze zu einer dritten Gitterkugel vorgefunden, die, wenn sie fertig geworden wäre, die beiden übrigen von aussen umgeben haben würde.

Von der Oberfläche der Gitterkugeln erheben sich bei manchen Arten in radialer Richtung verschiedenartig gestaltete Anhänge, die Haeckel im Gegensatz zu den 20 Hauptstacheln als Nebenstacheln bezeichnet. Sie unterscheiden sich von den Hauptstacheln stets durch geringere Stärke und den Mangel der centralen Verlängerung.

Wie nach der gegebenen Beschreibung das Skelet der Acanthophractiden nur eine Weiterbildung des Acanthometridenskelets ist, so stimmt es auch in seinem physikalisch-chemischen Verhalten mit ihm überein. In Glycerin behält es seine Contouren vollkommen deutlich bei, wie die Stacheln einer Acanthometra. Man kann schon an dieser Eigenthümlichkeit die falschen Ommatiden (die Acanthophractiden) von den ächten Ommatiden, den Gattungen Haliomma, Actinomma etc., deren Gitterkugeln in Glycerin ganz aufgehellt werden, unterscheiden. Ferner ist das Skelet in den schon oben genannten Säuren löslich, indem es zunächst an den Kanten angefressen wird und darauf in Körnchen zerfällt, welche allmählich, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, zerfliessen. Haeckel, dem diese Besonderheit ebenfalls aufgefallen war, will sie zwar nur für Dorataspis gelten lassen, nimmt dagegen Haliommatidium ausdrücklich aus; indessen erwies sich bei meinen Versuchen auch das Skelet eines freilich jungen Haliommatidium Mülleri als völlig löslich und desgleichen das Skelet von Aspidomma hystrix; bei der in Figur 6 auf Tafel I abgebildeten Dorataspis leisteten die Stacheln zwar selbst in starker Salzsäure lange Widerstand, wurden schliesslich aber gleichwohl zerstört; so dass ich die Löslichkeit als einen allgemeinen Charakter des Acanthophractidenskelets glaube hinstellen zu dürfen.

II. Der Weichkörper der Acanthophractiden.

Entsprechend der sphärischen Form des Skelets ist die Centralkapsel der Acanthophractiden kugelig und nur bei dem Haliommatidium Mülleri oval gestaltet; sie ist von einer sehr zarten Kapselmembran umgeben und enthält ausser dem das Pigment und etwa vorhandene Oelkugeln umschliessenden Protoplasma zahlreiche Kerne, die von Haeckel als „kugelige Zellchen" beschrieben wurden und den bei den Acanthometriden beobachteten Kernen in ihrer Beschaffenheit gleichen (Taf. I, Fig. 6). Es sind runde Körperchen mit je einem oberflächlich gelegenen, bei Carminosmiumbehandlung stärker sich färbenden kleinen Korn; ihre Zahl ist um so beträchtlicher, je geringer ihre Grösse und je älter das Thier ist.

Der vielkernige Zustand findet sich schon bei sehr jugendlichen Thieren entwickelt, so z. B. bei Exemplaren der Dorataspis costata, bei der nicht allein die Nebenstacheln fehlten, sondern selbst die Gitterkugel noch nicht fertig gestellt war. Einkernige Formen dagegen habe ich bei dieser sonst sehr häufig vertretenen Art gar nicht gesehen und ebenso nicht bei den übrigen Dorataspiden und Aspidommen, woraus wir schliessen können, dass der anfänglich jedenfalls auch hier einfache Kern sich schon frühzeitig vermehrt. Die Kernvermehrung scheint ähnlich zu verlaufen wie bei den Acanthometriden, wenigstens traf ich zweimal bei jungen Dorataspiden neben den gewöhnlichen Kernen die eigenthümlichen grossen wurstförmigen Körper, welche mit kleinen Nucleoli erfüllt sind und mit ihrer concaven Seite die Stacheln umfassen (Taf. III, Fig. 8).

Analog der Xiphacantha serrata macht von dem hier als typisch hingestellten Verhalten das Haliommatidium Mülleri, die einzige von mir gefundene Art dieser Gattung, eine Ausnahme. Alle drei Exemplare, die ich untersuchen konnte, besassen nur einen Kern, einen rundlichen Körper, der frei zwischen den Stachelradien im peripheren Theil der Centralkapsel lagerte. Bei dem Thier, bei welchem er am schönsten zu sehen war, war er 40 μ gross und enthielt drei Kernkörperchen, von denen das kleinste 3 μ, das grösste 10 μ mass. Da die Centralkapsel einen Durchmesser von 180 μ hatte und ähnliche Maasse auch bei den übrigen Haliommatidien beobachtet wurden, so ergiebt sich hier dasselbe Missverhältniss zwischen der Masse des Kerns und der Masse des Protoplasma, auf welches ich schon bei Xiphacantha aufmerksam gemacht habe. Ich brauche wohl kaum noch hinzuzufügen, dass selbstverständlich nach meiner Ansicht auch der Kern des H. Mülleri später in viele Kerne zerfallen wird und dass das Besondere des Falles nur in der aussergewöhnlich langen Dauer des einkernigen Zustandes besteht.

Gelbe Pigmentkörper habe ich im Inneren der Centralkapsel nur bei der Dorataspis crucifera vorgefunden (Taf. I, Fig. 6); es waren hier undeutlich contourirte Haufen kleiner gelber Körnchen, die sich durch den Mangel der Kerne von den Pigmentzellen der Acanthometriden unterschieden.

Während im Bau der Centralkapsel die Acanthophractiden im Wesentlichen den Acanthometriden gleichen, so ergeben sich in der Beschaffenheit des extracapsulären Weichkörpers wichtige Verschiedenheiten. Die extracapsuläre Sarkode ist im Allgemeinen reichlicher, die zahlreichen Pseudopodien folgen keiner bestimmten Anordnung, sondern entspringen ringsum auf allen Seiten der Centralkapsel; ob sie besondere Axenfäden besitzen, lasse ich unentschieden, da ich hierüber keine Beobachtungen am lebenden Thier gesammelt habe. Was aber den wichtigsten Unterschied ausmacht, ist der Mangel der Gallertcilien und der hierdurch bedingte Mangel der Stachelscheiden der Gallerte. Dieser Unterschied muss um so mehr auffallen, als in den übrigen Theilen der Organisation sich die

nahe Verwandtschaft der Acanthometriden und Acanthophractiden auf's Klarste zu erkennen giebt. Ich bin daher auf die Vermuthung gekommen, ob nicht durch die Umbildung der Fortsätze der Skeletstacheln zu Gitterkugeln der in den Stachelscheiden und contractilen Fäden gegebene Apparat unwirksam geworden ist und in Folge dessen eine Rückbildung erfahren hat. Jedenfalls scheint mir dieser Punkt bei der Frage nach der physiologischen Bedeutung der contractilen Fäden der Acanthometriden mit in Berücksichtigung gezogen werden zu müssen.

3. Die Familie der Diploconiden.

Wie die Acanthophractiden, so sind von den Acanthometriden auch die Diploconiden abzuleiten, eine Familie, die zur Zeit nur durch einen einzigen Repräsentanten, den von Haeckel aufgefundenen Diploconus fasces, bekannt ist. Ich habe diese Art in Messina einige Male gesehen und nur flüchtig untersucht, so dass ich von dem Bau des Skelets keine genauere Schilderung als Haeckel geben kann; zum Studium der Weichtheile liegt mir dagegen ein Exemplar vor, bei dem durch die Einwirkung dünner Salzsäure das Skelet gelöst ist (Taf. II, Fig. 3).

I. Das Skelet des Diploconus fasces.

Der Diploconus fasces schliesst sich im Bau seines Skelets an die Gattung Amphilonche an; wir haben wie bei dieser zwei starke und lange vierkantige äquatoriale Stacheln, zu denen die zwei anderen kleinen äquatorialen Stacheln senkrecht stehen. Beiderseits des Aequators findet sich nur noch je ein Kreis Polarstacheln, während die Tropenstacheln zu fehlen scheinen, thatsächlich aber nur in eigenthümlicher Weise umgewandelt sind. An ihrer Stelle sind nämlich zwei völlig gleichgebaute Skeletstücke vorhanden: zwei dünne Lamellen von der Gestalt von Kegelmänteln, die mit ihren Spitzen gegen einander stossen und deren Axen durch die von ihnen umschlossenen zwei Hauptstacheln gebildet werden. Jedes Skeletstück entspricht vier Tropenstacheln und zwar zwei verschiedenen Zonen angehörenden Paaren, von denen das eine auf der dem Beobachter zugewandten Seite liegen würde, wenn das andere sich auf der abgewandten Seite befände. Wir müssen uns vorstellen, dass die Tropenstacheln sich blattförmig verbreitert haben und mit ihren seitlichen Kanten zu der kegelförmigen Lamelle verschmolzen sind. Bemerken muss ich übrigens noch, dass ich die Skeletlamelle nicht so genau kegelförmig gefunden habe, wie sie Haeckel darstellt; vielmehr ist sie in einer Richtung (wahrscheinlich parallel der Ebene des Aequators) beträchtlich abgeplattet, so dass der Diploconus vom stachellosen Pol aus betrachtet viel breiter aussieht, als wenn man ihn um einen Winkel von 90° um seine Längsaxe dreht. Der Querschnitt der aus den Tropenstacheln hervorgegangenen Structur würde keinen Kreis, sondern eher eine ellipsoide Form ergeben.

Die einzelnen Theile des Skelets sind im Centrum des Thiers fest vereinigt; doch bedarf die Art, in welcher dies geschieht, noch genauerer Untersuchung, namentlich um das Verhältniss zur Centralkapsel festzustellen. Wie schon in den einleitenden Worten hervorgehoben wurde, ist das gesammte Skelet in Säuren löslich und bleibt ferner in Glycerin scharf contourirt.

II. Der Weichkörper des Diploconus fasces.

Die Centralkapsel des Diploconus ist nach Haeckel langgestreckt und bisquitförmig in zwei Lappen eingeschnürt; jeder der Lappen soll einen der vom Skelet gebildeten conischen Räume

ausfüllen und gelbe Pigmentkörper enthalten; die Pseudopodien des Thiers sollen nur aus den beiden Mündungen der conischen Räume hervortreten.

Nach meinen Beobachtungen, die namentlich an einem in Osmiumcarmin conservirten grossen Thier nach Auflösung des Skelets mit dünner Salzsäure angestellt wurden, muss man an der Centralkapsel drei Theile unterscheiden: 1) eine runde Kugel, die das Stachelkreuz umhüllt und einen Durchmesser von 27 µ besitzt und 2) und 3) zwei Lappen, die von dieser Kugel entspringen und beiderseits die conischen Räume erfüllen. Diese letzteren sind, wie das Skelet, ebenfalls in einer Richtung abgeplattet, so dass sie von ihrer breiteren Seite gesehen 45 µ, auf die Kante gestellt dagegen nur 20 µ messen; ihre Länge beträgt 60 µ. Durch die Auflösung der Hauptstacheln, welche die Längsaxe der Lappen durchsetzen, ist in ihrem Centrum je ein hohler Raum entstanden, welcher bis zum kugeligen Mittelstück der Centralkapsel reicht. In jeden Raum münden von aussen vier longitudinale Spalten, die den Breitseiten der Lappen angehören und sich symmetrisch zwei auf die eine, zwei auf die andere Seite vertheilen. Wahrscheinlich sind im natürlichen Zustand die Spalten durch Skeletbrücken ausgefüllt, die von dem Hauptstachel zu der conischen Skeletlamelle gehen und die Stellung der Tropenstacheln andeuten, aus deren Umwandlung die Lamelle entstanden ist.

Feinkörniges Protoplasma füllt zum grössten Theil den Binnenraum der Centralkapsel aus. In ihm lagern zahlreiche Kerne von 4—6 µ Grösse, die sich am reichlichsten am Ende der Lappen anhäufen, während sie nach dem Centrum hin seltener werden und in dem kugeligen Mittelstück fehlen.

Ob in dem extracapsulären Weichkörper contractile Fäden vorkommen und welche Vertheilung die Pseudopodien besitzen, darüber habe ich keine Beobachtungen gesammelt.

4. Die Familie der Sphaerozoiden.

In der Familie der Sphaerozoiden fasse ich alle Colonie bildenden Radiolarien zusammen, mögen dieselben nun skeletlos wie die Collozoen, oder mit isolirten Nadeln oder mit Gitterkugeln versehen sein wie die Sphaerozoen und Collosphaeren; ich werde hierbei vornehmlich dadurch bestimmt, dass der Weichkörper bei allen den genannten Gattungen den gleichen Bau besitzt und dass die Entwicklungsgeschichte überall in gleicher Weise abläuft.

Als Organismen, die aus zahlreichen Einzelthieren bestehen, sind die Sphaerozoiden die grössten unter den Radiolarien, indem sie hierin sogar den mehrere Millimeter im Durchmesser betragenden Colliden überlegen sind; in Folge dessen wurden sie auch von allen Radiolarien zuerst entdeckt und in einer Weise beschrieben, dass man die einzelnen Arten wiedererkennen kann. Schon im Jahre 1837 von Meyen[1]) beobachtet, wurden sie später von Huxley[2]) genauer untersucht und als Colonien richtig gedeutet; Joh. Müller und E. Haeckel verdanken wir wichtige Aufschlüsse über ihre Organisation, Cienkowski[3]) interessante Mittheilungen über ihre Entwicklungsgeschichte, während die Arbeiten einiger anderer Zoologen, wie Dönitz[4]) und Stuart[5]) keine Förderung unserer Kennt-

1) F. Meyen, Beiträge zur Zoologie gesammelt auf einer Reise um die Erde: Agastrica, Palmellaria. Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Tom. XVI Suppl. S. 160. 1834.

2) Th. Huxley, Zoological Notes and Observations. III. Upon Thalassicolla a new Zoophyte. Annals and Magazin Nat. Hist. Ser. 2. Vol. VIII. S. 433. 1851.

3) L. Cienkowski, Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. VII. S. 371. 1871.

4) W. Dönitz, Beobachtungen über Radiolarien. Arch. f. Anat. u. Phys. 1871. S. 71.

5) Alex. Stuart, Neapolitanische Studien. Göttinger Nachrichten 1870. Nr. 6.

nisse herbeigeführt haben. Da ich selbst schon in einer früheren Schrift eine zusammenhängende Darstellung von dem Bau und der Entwicklungsgeschichte der Sphaerozoiden gegeben habe, so werde ich an dieser Stelle nur die wesentlichsten Resultate noch einmal kurz zusammenfassen und durch einige neuere Beobachtungen ergänzen.

I. Das Skelet der Sphaerozoiden.

Das Skelet ist für die Charakteristik der Familie der Sphaerozoiden von keinem Belang; einerseits fehlt dasselbe bei einer Anzahl Arten, den Collozoen, andererseits lässt es da, wo es entwickelt ist, eine regelmässige Anordnung vermissen und verhält sich bei den einzelnen Gattungen völlig verschieden. Isolirte Nadeln, die in der Gallerte zerstreut liegen, besonders reichlich aber sich im Umkreis der Centralkapseln vorfinden, kennzeichnen die Genera Sphaerozoum und Raphidozoum; ihrer Form nach sind sie entweder beiderseits zugespitzte, einfache Stäbchen, oder sie laufen an beiden Enden in drei Stacheln aus, die wie die Kanten einer dreiseitigen Pyramide gestellt sind; die Oberfläche kann dabei glatt sein oder sie wird von kleinen Zacken und Dornen bedeckt. Die beiden übrigen Gattungen der Familie, Siphonosphaera und Collosphaera, besitzen Gitterkugeln, welche in der Colonie so vertheilt sind, dass jede Centralkapsel von einer derselben umhüllt wird. Bei den Collosphaeren, welche allein ich aus eigener Anschauung kenne, sind die Gitterkugeln derselben Colonie von ungleicher Grösse und sehr unregelmässiger Gestalt; ihre Oeffnungen sind bald klein, bald gross, bald rundlich, bald eckig und nirgends so gesetzmässig gelagert, wie dies bei den Heliosphaeriden zu sein pflegt. Das Gleiche muss von den Stacheln gesagt werden, welche bei der Collosphaera Huxleyi von den die Oeffnungen trennenden Skeletbalken entspringen, so dass auch hier der allgemeine Charakter des Skelets, Mangel an Gesetzmässigkeit, zum Ausdruck kommt.

II. Der Weichkörper der Sphaerozoiden.

Bei der Schilderung des bei allen Sphaerozoiden sehr übereinstimmend gebauten Weichkörpers muss man von den einzelnen Centralkapseln ausgehen, welche die Colonie bilden und gewöhnlich kugelig, häufig aber auch oval, langgestreckt oder bisquitförmig eingeschnürt sind. Ihre Membran ist bald zart, bald deutlich doppelt contourirt; in letzterem Falle kann man an ihr unter günstigen Umständen dieselben Zeichnungen wahrnehmen, wie an den Kapselmembranen der Colliden, eine dichte Punktirung der Oberfläche und eine feine senkrechte Streifung des optischen Querschnitts, Zeichnungen, welche durch feine radiale Porencanäle bedingt sind. Der Inhalt besteht aus wechselnden Quantitäten von Protoplasma und aus rundlichen oder ovalen Kernen, welche homogen und membranlos sind und um so kleiner werden, je mehr ihre Zahl zunimmt. Kurz bevor der Centralkapselinhalt sich in Schwärmer auflöst, vermehren sich die Kerne so rapid, dass sie das Protoplasma fast ganz verdrängen und den Binnenraum der Centralkapsel allein auszufüllen scheinen.

Im Inneren der Centralkapseln finden sich ausserdem noch Oelkugeln in verschiedener Zahl und Grösse vor; am häufigsten ist eine einzige Kugel vorhanden, die dann einen sehr beträchtlichen Durchmesser hat und das Centrum der Kapsel einnimmt. Die Oelkugeln haben die Bedeutung von Nahrungsreservoirs und sind Ansammlungen fettiger Massen, welche in einem wahrscheinlich aus einem Eiweisskörper bestehenden Substrat abgelagert sind. Bei der Schwärmerbildung kommen sie zur Verwendung, indem das in ihnen enthaltene Fett resorbirt und auf die Schwärmer vertheilt wird, so dass schliesslich nur das albuminoide Substrat als eine zarte wasserklare Kugel übrig bleibt.

Die Centralkapseln einer Colonie vermehren sich durch Theilung und werden unter einander durch die sehr voluminöse Gallerte und durch die extracapsuläre Sarkode verbunden. Die ansehnlichsten Mengen der letzteren liegen als eine dicke Schicht um jede Centralkapsel herum und senden von hier aus reichlich anastomosirende Fadenbahnen zu benachbarten Centralkapseln; aus dem so entstehenden Protoplasmanetz treten auf der Oberfläche der Colonie die Pseudopodien hervor.

Die Gallerte wird bei recht lebensfrischen Sphaerozoiden von Vacuolen, den extracapsulären Alveolen der Autoren, durchsetzt; in den meisten Fällen sind dieselben ganz wie die Alveolen der Colliden Flüssigkeitsansammlungen in den Sarkodefäden und können daher kommen und verschwinden. Die grösseren von ihnen scheinen jedoch zuweilen von einer besonderen Membran umhüllt zu werden, in der wir dann eine secundäre Bildung zu erblicken hätten. Namentlich scheint dies für die grosse Blase zu gelten, die im Centrum mancher Colonien liegt und auf der die einzelnen Kapseln wie aufgeklebt sind. Ich schliesse dies daraus, dass es mir gelang, bei einer Collosphaera diese Vacuole herauszuschälen und den Ueberzug von Centralkapseln und Gallerte abzustreifen, was wohl nur bei Anwesenheit einer besonderen resistenten Membran möglich ist.

In der extracapsulären Sarkode treten zeitweilig rundliche, gelappte Körper auf, die scharf contourirt und stark lichtbrechend sind und einen Haufen von Fettkörnchen und einige grössere oder zahlreiche kleinere Kerne enthalten. Diese extracapsulären Körper, die membranlos sind, werden von Cienkowski als Anlagen junger Centralkapseln gedeutet, von mir dagegen als Inhaltsportionen, die aus der Centralkapsel hervorgetreten und in Schwärmerbildung begriffen sind.

Die Fortpflanzung der Sphaerozoiden wird durch Schwärmer vermittelt, die nahe dem vorderen Ende und seitlich eine einzige, sehr lange Geissel tragen; ausserdem findet man in ihnen als constante Vorkommnisse noch einen in der vorderen Hälfte gelegenen homogenen Kern und einen Haufen Fettkörnchen in der hinteren Hälfte, als inconstante nur bei manchen Arten vorhandene Bildungen dagegen die schon von Haeckel und Cienkowski beschriebenen wetzsteinförmigen Krystalle. Die mit letzteren ausgestatteten Schwärmer treten bei den Sphaerozoen, Collosphaeren und manchen Collozoen auf und entstehen, indem ganz allmählig im Umkreis eines Kerns sich der Krystall ausbildet und ein Haufen Fettkörnchen sich sammelt, bis endlich der ganze Kapselinhalt nach der Anzahl der Kerne in Theilstücke zerfällt. Bei der nur bei der Gattung Collozoum beobachteten Entwicklung der Schwärmer ohne Krystalle dagegen theilt sich der Kapselinhalt erst in grössere und kleinere Portionen, und jede solche Portion verleiht einem Haufen von Schwärmern ihren Ursprung. Zugleich war hier ein Unterschied von Macro- und Microsporen nachweisbar, ohne dass es jedoch gelang, denselben auf eine geschlechtliche Differenzirung zurückzuführen.

In meiner früheren Arbeit hatte ich vermuthet, dass sehr frühzeitig der einkernige Schwärmer in einen vielkernigen Rhizopodenzustand übergeführt werden müsse, da ich niemals Centralkapseln mit einem einzigen grossen binnenbläschenartigen Kern aufgefunden hatte. Diese Vermuthung hat sich durch meine neueren Untersuchungen nicht bestätigt, da ich in Messina wiederholt von den verschiedensten Arten Colonien beobachtet habe, bei denen alle Centralkapseln nur einen einzigen oder einige wenige grosse Kerne besassen.

In allen diesen Fällen ist die Zahl der Centralkapseln einer Colonie sehr gering und beträgt häufig nicht mehr als zwei oder drei (Taf. III, Fig. 12); entweder sind alle einkernig, oder alle mehrkernig, oder endlich ein Theil ein-, ein anderer Theil mehrkernig. Die Kerne sind bald kugelig, bald wurstförmig verlängert und gleichen den Nuclei der Infusorien, indem sie wie diese vollkommen homogene, von einer dünnen Membran umhüllte Körper sind; sie nehmen das Centrum der Central-

kapsel ein und werden rings von der intracapsulären Sarkode umgeben, die hier reichlicher als sonst vorhanden ist und in ausgezeichneter Weise eine auch bei vielen anderen Radiolarien zu beobachtende radiale Streifung zeigt. Ihre ganze Masse ist nämlich in zahlreiche schmale keilförmige Stücke zerfallen, denen bei der Betrachtung von der Oberfläche der Centralkapsel eine feine polygonale Felderung entspricht.

Die Kernvermehrung scheint durch einfache fortgesetzte Zweitheilung zu erfolgen. Wenn man eine grössere Anzahl Colonien durchmustert, kann man nachweisen, wie die Zahl der Kerne zunimmt und ihr Durchmesser sich allmählig verringert. Gleichzeitig vermehren sich auch die Centralkapseln durch Theilung.

Die mitgetheilten ergänzenden Beobachtungen lehren, dass die Sphaerozoiden noch zu einer Zeit einkernig sind, wo schon ihr Weichkörper völlig entwickelt und, wie ich noch weiter hinzusetzen kann, bei den Skelet führenden Arten auch schon mit einem Skelet versehen ist. Immerhin scheint der einkernige Zustand im Verhältniss zum vielkernigen nur von kurzer Dauer zu sein, da es sonst unverständlich sein würde, dass bisher nur Thiere mit vielen Kernen beobachtet wurden, trotzdem die Sphaerozoiden von den verschiedensten Forschern auf das Eingehendste untersucht worden sind. In allen diesen Verhältnissen gleicht die Familie keinen anderen Radiolarien so sehr, als den Acanthometriden, weshalb ich sie auch diesen letzteren bei der Besprechung angereiht habe.

5. Die Familie der Colliden.

Die Colliden sind nächst den Sphaerozoiden die nachweislich zuerst wissenschaftlich beschriebenen Radiolarien; vielleicht ist einer ihrer Vertreter, das Physematium, schon von Meyen beobachtet worden, ich sage „vielleicht", da die von Meyen gegebene Charakteristik zu dürftig ist, als dass sie auf irgend eine bekannte Art mit Sicherheit bezogen werden könnte. Eine unzweifelhafte Collide ist dagegen die Thalassicolla nucleata Huxley's, die seit der bedeutsamen Abhandlung des englischen Forschers von den verschiedensten Beobachtern wieder aufgefunden worden ist. Ausser dieser Art gehören in den Kreis der Colliden die Thalassicolla pelagica, Th. zanclea und Th. sanguinolenta (Haeckel), die Thalassosphaera morum (Haeckel, Müller), Thalassolampe margarodes (Haeckel) und Physematium Mülleri (Schneider), während die Gattungen Aulacantha und Thalassoplancta aus später zu erörternden Gründen ausgeschlossen werden müssen.

Die Colliden besitzen entweder gar kein Skelet oder doch nur isolirte, locker in dem extracapsulären Weichkörper zerstreute solide Skelettheile; unter allen monozoen Radiolarien erreichen sie die beträchtlichste Körpergrösse und nächst den Acanthometren auch die am meisten ausgesprochene histologische Differenzirung ihrer Weichtheile. In letzterer Hinsicht können wir im Bau der Colliden eine aufsteigende Entwicklungsreihe nachweisen, wie aus der Beschreibung der von mir beobachteten Arten hervorgehen wird.

Am einfachsten gebaut ist eine kleine Collide, die ich öfters in Messina angetroffen habe und die ich für eine neue Art halte. Wegen des Mangels der extracapsulären Alveolen rechne ich sie zur Gattung Thalassolampe und gebe ihr den Namen Th. primordialis, weil kein anderes Radiolar den hypothetischen Grundformen der Classe so nahe steht, wie sie.

Der Körper der Thalassolampe primordialis (Taf. III, Fig. 5) ist völlig skeletlos, was ich mit um so grösserer Bestimmtheit sagen kann, da einige der Exemplare in geschöpftem Wasser auf-

gefunden wurden, wodurch die Möglichkeit, dass ein Skelet vorhanden gewesen, aber beim Fangen zertrümmert und verloren gegangen wäre, ausgeschlossen ist.

Die Centralkapsel, deren Grösse zwischen 110 μ und 180 μ schwankt, ist stets kugelrund und zeichnet sich durch ein mattgelbliches Colorit aus. Nach aussen wird sie von einer sehr deutlichen Kapselmembran umgeben, in ihrem Centrum enthält sie einen ebenfalls kreisrunden Kern (Binnenbläschen), der je nach der Grösse des Thieres einen Durchmesser von 40—90 μ besitzt und als eine mattgraue Stelle aus dem trübgelben Protoplasma hervorleuchtet. In seinem homogenen Inhalt konnten bei zwei Exemplaren 1—2 ungefähr 20 μ grosse rundliche Nucleoli nachgewiesen werden.

Der zwischen dem Kern und der Kapselmembran gelegene Inhalt ist je nach der Grösse der Thiere verschieden beschaffen; bei kleineren Exemplaren wird er allein von einem sehr feinkörnigen Protoplasma gebildet, dessen Körnchen in sehr regelmässiger Weise strahlig um den Kern angeordnet sind und eine sehr deutliche radiale Streifung des Inhalts bedingen; bei Exemplaren mittlerer Grösse treten im Protoplasma wandungslose, etwa 10 μ grosse Flüssigkeitsräume auf, die durch breite Brücken von einander getrennt werden; bei den grössten Thieren endlich hat die Zahl dieser Vacuolen so zugenommen, dass der Zwischenraum zwischen dem Kern und der Kapselmembran von kleineren und grösseren Bläschen fast vollkommen erfüllt ist. Bei älteren Thalassolampen findet sich ausserdem noch excentrisch neben dem Kern eine strohgelb gefärbte Oelkugel mit einem Durchmesser von etwa 40—50 μ.

Die Centralkapsel wird von einem sehr beträchtlichen Gallertmantel umhüllt, dessen Masse wasserklar und so durchsichtig ist, dass ihre Grenzcontour nicht genau erkannt und daher auch ihr Durchmesser nur approximativ auf 1,5 mm geschätzt werden konnte. (In der Figur 5 ist die Gallertkugel der Raumersparniss halber viel zu klein und die Pseudopodien viel zu kurz im Verhältniss zur Grösse der Centralkapsel gezeichnet worden.) Die extracapsuläre Sarkode ist eine dicke trübkörnige Schicht unmittelbar auf der Oberfläche der Centralkapsel; in ihr lagern zahlreiche homogene Eiweisskugeln und gelbe Pigmentkörper. Letztere sind sehr unregelmässig contourirt und sehen aus wie zusammengeballte Haufen von Körnern; ihre Grösse schwankt zwischen 6—16 μ, ein Kern konnte in ihrem Inneren nicht nachgewiesen werden, so dass ich Anstand nehme, die Körper als gelbe Zellen zu bezeichnen.

Von der dicken Hüllschicht der extracapsulären Sarkode strahlen nach allen Richtungen hin zahllose Mengen von Pseudopodien aus, die mit feinen Körnchen überladen sind. Anastomosen zwischen den Fäden scheinen nicht vorzukommen.

Jeder Radiolarienkenner wird beim Lesen der gegebenen Schilderung an die Möglichkeit denken, dass wir es hier nur mit einer Jugendform zu thun haben; auch ich habe diese Möglichkeit in Erwägung gezogen und halte sie keineswegs für vollkommen ausgeschlossen. Die Thalassolampe primordialis könnte entweder ein Entwicklungszustand von Thalassolampe margarodes oder von Thalassicolla pelagica sein. Von der erstgenannten Collide unterscheidet sie sich jedoch durch die starke Ausbildung der Gallerte, welche bei Thalassolampe margarodes nur als eine verschwindend dünne Schicht vorhanden ist, und durch die verschiedene Art der Vacuolen, die eher an Thalassicolla pelagica erinnern. Von dem letzteren Radiolar weicht sie durch den Mangel der extracapsulären Alveolen ab, der um so auffallender ist, als die Gallerte bei allen Exemplaren schon eine grosse Mächtigkeit erlangt hatte. Die hervorgehobenen Unterschiede, sowie der gesammte Habitus des Thieres machen es mir wahrscheinlicher, dass die Th. primordialis in der That eine besondere Art ist.

An die Thalassolampe primordialis schliesst sich in der Beschaffenheit ihres Körpers am nächsten die ebenfalls skeletlose Thalassolampe margarodes an, über die ich mich kurz fassen kann, da ich von ihr schon früher eine detaillirte Schilderung gegeben habe.

Die kugelige Centralkapsel der Thalassolampe, die an Grösse nur von der Centralkapsel des Physematium übertroffen wird, besitzt eine sehr zarte Membran, die schon auf einen geringen Druck hin zerplatzt und ihren Inhalt entleert. Im Centrum des letzteren liegt der Kern, ein derbwandiges, von einer feinkörnigen, matt gelblich gefärbten Masse erfülltes Bläschen mit einer Anzahl ovaler homogener Nucleoli. Das zwischen dem Kern (Binnenbläschen) und der Kapselmembran befindliche zähe und körnchenarme Protoplasma ist von grossen radial geordneten Vacuolen, den „intracapsulären Alveolen“ Haeckel's durchsetzt, zwischen welchen nur schmale Sarkodebrücken übrig bleiben. In den Sarkodebrücken sind kleinere Vacuolen und zahlreiche Oelkugeln von verschiedenster Grösse vorhanden, ferner können in ihnen ovale homogene Kerne auftreten, die ausserordentlich viel kleiner sind als das Binnenbläschen und meistens zu fehlen scheinen.

Die Gallerte des extracapsulären Weichkörpers ist eine sehr dünne Schicht und wird von feinen aus dem Pseudopodienmutterboden und indirect somit aus der Centralkapsel stammenden Protoplasmanetzen durchzogen. In der Gallerte zerstreute kleine rundliche gelbe Körper habe ich früher den gelben Zellen der übrigen Radiolarien verglichen, obwohl sie denselben nicht sehr ähnlich sehen; ich halte diese Gebilde nach neueren Untersuchungen, bei denen es mir nicht gelang, durch Imbibition in Carmin einen Kern in ihnen nachzuweisen, nicht mehr für ächte Zellen.

Beträchtlich höher organisirt als die beiden besprochenen Formen sind die drei Arten der Gattung Thalassicolla, die Th. pelagica, Th. sanguinolenta und Th. nucleata, von welchen die letztere ebenfalls schon von mir eingehend in meiner früheren Arbeit besprochen worden ist, während ich die beiden anderen erst in Messina kennen gelernt habe.

Die Centralkapsel von Thalassicolla nucleata zeichnet sich durch die ganz ausserordentliche Festigkeit ihrer Membran aus, welche deutlich feine Poren erkennen lässt und auf ihrer inneren Seite mit schmalen, zu polygonalen Figuren sich vereinenden Leisten bedeckt ist. Ebenso ist auch das central gelegene Binnenbläschen oder der Hauptkern sehr derbwandig und kann daher leicht aus den umhüllenden Theilen herausgeschält werden. Sein Inhalt ist eine wasserklare, bei Zusatz von Reagentien feinkörnig gerinnende Flüssigkeit, in welcher entweder nur ein einziger eigenthümlich verästelter Nucleolus oder eine grössere Anzahl von Nucleoli angetroffen wird, die um so zahlreicher sind, je geringer ihre Grösse ist.

Das intracapsuläre Protoplasma besteht aus einer schmalen, dicht unter der Kapselmembran gelegenen, radialstreifigen Zone und einer trübkörnigen Masse, in der Einschlüsse der mannigfachsten Art enthalten sind. So finden sich hier Eiweisskugeln ohne Inhalt, Eiweisskugeln mit einer oder zwei stärkekornartigen, aber in Säuren löslichen Concretionen, Eiweisskugeln mit Oelkugeln in ihrem Inneren, endlich Oelkugeln, die direct vom Protoplasma umschlossen werden. Hierzu kommen noch bei einem Theil der Individuen kleine rundliche homogene Kerne. Letztere vermehren sich, während alle übrigen Einschlüsse des Protoplasma eine Rückbildung erfahren. Selbst das Binnenbläschen schrumpft hierbei zusammen und ist schliesslich nur eine collabirte, wie ein Fettkörnchenhaufen aussehende, in Carmin sich nicht mehr färbende Masse. Auf diesem Entwicklungsstadium wandelt sich der Kapselinhalt in zahllose Schwärmer um, indem sich ein jeder Kern mit einer fettkörnchenhaltigen Protoplasmaschicht umgiebt, worauf das Ganze sich von den benachbarten gleich beschaffenen Theilen loslöst, eine nierenförmige Gestalt annimmt und eine lange Geissel entwickelt. — Bei der Beurtheilung

der referirten Entwicklungsreihe habe ich in meiner früheren Arbeit die Gründe zusammengestellt, welche dafür sprechen, dass die homogenen Kerne, die als Centren für die Schwärmerbildung fungiren, von dem ursprünglich allein vorhandenen Mutter- oder Hauptkern abstammen und zwar von den ausgewanderten kleinen Nucleoli desselben. Ich halte auch heute noch an der hierin ausgesprochenen Anschauung fest.

Für den von einer dicken Gallerte umgebenen extracapsulären Weichkörper der Th. nucleata ist zweierlei charakteristisch: 1) der Reichthum an schwärzlichem Pigment und 2) die zahlreichen Vacuolen. Das Pigment lagert für gewöhnlich nur in der mächtigen Sarkodeschicht, welche die Kapsel unmittelbar umhüllt. Von hier kann es aber entlang den Sarkodesträngen und Netzen, die sich von der genannten Schicht aus durch die Gallerte verbreiten und die Pseudopodien erzeugen, nach aussen durch den ganzen extracapsulären Weichkörper wandern. Dies geschieht in Folge von Insulten, welche die Thalassicolla treffen, und veranlasst dann eine diffuse bläuliche Färbung des sonst wasserklaren extracapsulären Weichkörpers.

Die zahlreichen Vacuolen — auch extracapsuläre Alveolen von Joh. Müller und E. Haeckel genannt — sind nichts als Flüssigkeitsansammlungen in den Protoplasmanetzen. Sie bilden zwei Schichten, eine innere, aus kleinen Blasen bestehende, die sich nicht zu contrahiren vermag, und eine äussere grossblasige, die bei Beunruhigung verschwindet. Die Vacuolen besitzen keine besondere Membranen, sondern sind auf ihrer inneren Seite nur von einer dünnen Protoplasmaschicht ausgekleidet.

Die Thalassicolla pelagica, die ich in Messina in einer grösseren Anzahl von Exemplaren beobachtet habe, gleicht in der Beschaffenheit des extracapsulären Weichkörpers so sehr der Th. nucleata, dass ich mich hierüber kurz fassen kann. Ein unterscheidendes Merkmal ist vor Allem in dem Mangel des Pigments gegeben. Ferner sind die extracapsulären Alveolen grösser und weniger zahlreich als bei Thalassicolla nucleata; ihrem Bau nach sind sie aber ebenfalls wandungslose Flüssigkeitsansammlungen in dem die Gallerte durchsetzenden Sarkodenetz und keine von besonderen Membranen umhüllte Blasen. Das Sarkodenetz wird, wie auch Haeckel hervorhebt, aus dicken Strängen gebildet, in denen die Körnchen sehr lebhaft circuliren und die häufig zu klumpigen amoeboiden Massen zusammenfliessen.

Wichtiger sind die Unterschiede im Bau der kugelrunden matt gelblichen Centralkapsel; von ihrer Membran hat Haeckel eine völlig zutreffende Schilderung gegeben, aus der ich hier das Wichtigste anführe. „Sie ist sehr fest und derb, dabei elastisch durchsichtig farblos. Auf ihrem Durchschnitt (z. B. wo sie eine Falte bildet) bemerkt man sehr deutlich eine sehr feine und dichte parallele Streifung, vertical die ganze Dicke durchsetzend, und dieser entsprechend an der Oberfläche eine feine und dichte Punktirung. Diese Zeichnung wird durch eine grosse Menge sehr feiner Porencanäle hervorgebracht, welche die ganze Dicke der Kapselmembran durchsetzen. An einigen Individuen erschienen ausserdem auf dem Querschnitt der Membran ein oder ein paar horizontale, der Fläche parallele Streifen, welche sich auf eine Zusammensetzung aus mehreren Schichten deuten lassen. Eine zellige polygonale Zeichnung aber, wie sie an der Kapselmembran von Th. nucleata meist so deutlich ist, war nie wahrzunehmen.“

Im Centrum der Kapsel liegt das sehr merkwürdig beschaffene Binnenbläschen oder der Kern der Thalassicolla, dessen Bau Haeckel schon ausführlicher besprochen hat. Der Kern ist eine 160—200 μ grosse Blase, ausgezeichnet durch zahlreiche, peripherische, blindsackförmige Ausbuchtungen, „die dicht gedrängt nach allen Seiten von der Oberfläche des Mittelkörpers abstehen. Ihre Zahl beträgt zwischen 20 und 40, meist unter 30. Ihre Form ist bald mehr sphaeroid, bald mehr

flach cylindrisch, in der Mitte nabelartig vertieft“, oder umgekehrt hervorgewölbt, „öfter auch an der Basis keilförmig verschmälert“. Der Inhalt des Kerns wird von Haeckel als „eine schwach lichtbrechende, farblose, helle, zähe Flüssigkeit“ geschildert, „die meist homogen, seltener fein granulirt erscheint“. Ausserdem findet sich jedoch in ihm noch ein sehr ansehnlicher Binnenkörper, welcher im frischen Zustand an enucleirten Binnenbläschen nur schwer und unvollständig wahrzunehmen ist, sofort aber deutlich wird, sowie man Osmiumsäure hinzugesetzt hat. Während jetzt der flüssige Inhalt feinkörnig gerinnt, bleibt die Substanz des Binnenkörpers homogen, sie wird stark lichtbrechend und nimmt scharfe Contouren an. Das deutliche Bild ist jedoch nur von kurzer Dauer, da schnell die Osmiumschwärzung eintritt und den voluminösen Körper des Binnenbläschens ganz undurchsichtig macht; durch Zusatz von Beale'schem Carmin kann diesem Uebelstand abgeholfen werden und es gelingt bei mehrfachen Versuchen Präparate zu erhalten, an denen der stärker gefärbte Binnenkörper in dem schwächer gefärbten und durch Glycerin aufgehellten Inhalt wieder sichtbar wird. Nach einem solchen Präparat, das man dann dauernd in Glycerin conserviren kann, ist die Figur 4 auf Tafel III gezeichnet.

Der Binnenkörper ist ein meist dicker Strang, der stellenweise anschwillt oder umgekehrt in dünnere Verbindungsstücke sich auszieht; er tritt in alle die einzelnen Aussackungen des Binnenbläschens ein und bildet in denselben eine oder mehrere Schlingen von der mannigfachsten Gestalt. Hierbei lässt sich bei der ungenügenden Durchsichtigkeit der nach der beschriebenen Methode gewonnenen Präparate nicht mit Sicherheit feststellen, ob die Schlingen aller Aussackungen unter einander zusammenhängen oder nicht. Da ich für einen grossen Theil der Aussackungen das erstere nachweisen konnte, halte ich es für wahrscheinlich, dass in der That überall der Zusammenhang besteht, dass somit der Binnenkörper wie eine grosse Schlange in zahllosen Verschlingungen und Biegungen sich durch alle Blindsäcke des Binnenbläschens hindurchwindet. Verästelungen, wie ich sie bei Thalassicolla nucleata beobachtet habe, scheinen hierbei nur selten vorzukommen; nur in zwei Fällen sah ich vom Hauptstamm einen Seitenzweig abgehen und mit der nächstvorüberziehenden Windung anastomosiren.

Auf seiner Oberfläche ist der Kern von einer schon von Haeckel beobachteten feinen, aber festen Membran umhüllt. Bei der Behandlung mit Reagentien, namentlich mit Beale'schem Carmin und Glycerin, ist dieselbe sehr störend, da sie schwer durchgängig ist und in Folge dessen Schrumpfungen und Faltungen der Oberfläche begünstigt.

Der übrige Theil des Kapselinhalts ist vorwiegend Protoplasma und sondert sich in zwei concentrische Schichten; die äussere unmittelbar unter der Kapselmembran befindliche Schicht ist sehr dünn und enthält zahlreiche, ansehnlich grosse Körnchen, die radial angeordnet sind und daher eine parallele Streifung des äussersten Saums veranlassen, wie sie auch bei Thalassicolla nucleata vorkommt. Ferner trifft man in dieser Schicht eine grosse Zahl unregelmässig vertheilter Oelkugeln von sehr verschiedener Grösse, welche alle Uebergänge von feinen, im Protoplasma vertheilten Fettkörnchen bis zu 30 μ grossen Kugeln erkennen lassen. In der zwischen dieser Rindenschicht und dem Kern gelegenen Zone hat das Protoplasma ein schaumiges Aussehen. Die zahlreichen Vacuolen, die dieses Aussehen bedingen, sind alle nahezu von gleicher Grösse, in radialen Reihen gestellt und durch ansehnliche Brücken von einander getrennt. Bei frisch enucleirten Centralkapseln sind sie nicht immer sofort sichtbar, sondern werden es erst allmählig, indem sie in der intracapsulären Sarkode gleichsam auftauchen. Die von Haeckel bei ihnen angenommene zarte Membran ist nicht vorhanden; ebenso sind auch „die kleinen dunklen, fettglänzenden Körnchen“ keine constanten Bestandtheile und können, wo

sie vorhanden sind, nur als Fettkörnchen und keinenfalls als Zellkerne gedeutet werden, was Haeckel zu thun geneigt ist. Hiermit ist dann schon gesagt, dass die Vacuolen weder den Formwerth von Zellen, noch von Kernen besitzen; sie dürfen daher auch nicht mit den „wasserhellen Bläschen" der Sphaerozoiden auf gleiche Stufe gestellt werden, da diese ächte Kerne sind.

Dem das Binnenbläschen unmittelbar umgebenden Theil des Kapselinhalts schreibt Haeckel eine besondere abweichende Beschaffenheit zu. „Die communicirenden grabenartigen Vertiefungen zwischen den blindsackförmigen Ausbuchtungen", heisst es, „werden von dicken dunklen Schleimstreifen erfüllt, die eine grosse Menge grösserer und kleinerer stark lichtbrechender Körperchen umschliessen und in die schleimige, hellere, feiner granulirte Zwischenmasse zwischen den Bläschen des peripherischen Kapselinhalts nicht direct überzugehen scheinen. Doch bestehen sie wahrscheinlich ebenso wie die letztere aus intracapsulärer Sarkode. Wenigstens sah ich diese verzweigten dunklen Schleimstränge in einem Fall nach dem Zerdrücken der Centralkapsel im Seewasser langsame Bewegungen ausführen." Ich habe den hier geschilderten Unterschied nicht bestätigen können. In den Zwischenräumen zwischen den Blindsäcken des Binnenbläschens fand ich dieselbe grobkörnige, von Vacuolen durchsetzte Sarkode wie in den übrigen Theilen der Centralkapsel. Sollten übrigens auch die Vacuolen dann und wann fehlen, was ja leicht möglich ist, so wäre hiermit keineswegs dargethan, dass das Protoplasma sich von dem in den übrigen Theilen der Centralkapsel befindlichen Protoplasma irgendwie unterschiede.

Wenn wir die vorliegende Schilderung der Thalassicolla pelagica mit der früher von Th. nucleata gegebenen vergleichen, so fällt der völlige Mangel der kleinen homogenen Kerne auf, die bei dem letztgenannten Radiolar noch ausser dem Binnenbläschen vorkommen können. Dies erklärt sich durch die Annahme, dass die beobachteten Exemplare sich auf einer früheren Entwicklungsstufe befanden und dass spätere die Fortpflanzung vorbereitende Stadien nicht zur Untersuchung gelangt sind.

Die dritte der Gattung Thalassicolla angehörende Art, die Th. sanguinolenta, ist von Haeckel[1]) zuerst auf den canarischen Inseln beobachtet und unter diesem Namen kurz beschrieben worden; sie ist ferner mit den als Myxobrachia rhopalum und M. pluteus bezeichneten Colliden identisch. Haeckel selbst ist, wie ich aus persönlicher Mittheilung weiss, der Ansicht, dass die bizarren Formen der beiden Myxobrachien rein mechanisch durch die Schwere der in der extracapsulären Sarkode liegenden Haufen von Coccolithen und Coccosphaeren bedingt sind. Da nun die Myxobrachien in allem Uebrigen, namentlich im Bau der Centralkapsel, mit der Thalassicolla sanguinolenta übereinstimmen, so sind sie offenbar nichts weiter als Individuen dieser Art, bei denen die Form des extracapsulären Weichkörpers durch aufgenommene Fremdkörper in eigenthümlicher Weise modificirt worden ist.

In ihrer Organisation steht die Thalassicolla sanguinolenta (Taf. III, Fig. 1) der Th. pelagica am nächsten, ohne jedoch mit ihr so sehr übereinzustimmen, dass man berechtigt wäre, sie nur für eine Varietät zu halten. Ihre Centralkapsel ist eine matt rosa gefärbte Kugel, deren Membran von der Fläche betrachtet eine feine, durch Porencanäle bedingte Punktirung zeigt, im Uebrigen aber structurlos ist, wie dies Haeckel auch von den Myxobrachien angiebt. Das sehr grosse central gelegene und von einer festen Haut umschlossene Binnenbläschen ist wie bei Thalassicolla pelagica mit vielen Blindsäcken bedeckt, deren Zahl bei den von mir untersuchten kleineren Thieren etwa 20 betrug, während Haeckel dieselbe für seine viel grösseren und entwickelteren Exemplare im Mittel auf 100

1) E. Haeckel, Beiträge zur Plastidentheorie: 3. Myxobrachia von Lanzerote. Jenaische Zeitschrift Bd. V. S. 519. 1870 (auch separat erschienen in: „Studien über Moneren" S. 106).

bestimmte. Der wesentlichste Unterschied, welcher im Vergleich zu der Th. pelagica im Bau des Binnenbläschens, sowie zugleich im Bau des ganzen Organismus obwaltet, ist in der Form der Blindsäcke und in der Beschaffenheit ihres Inhalts gegeben. Die Blindsäcke sind bei der Th. sanguinolenta lang und spitz wie Zuckerhüte und ragen bis in die Nähe der Kapselmembran heran; an enucleirten Binnenbläschen verkürzen sie sich, erhalten abgerundete Enden und werden so zu breiten fingerförmigen Fortsätzen. Im Inhalt, der auch hier von einer im frischen Zustand wasserklaren, bei Osmiumzusatz körnig gerinnenden Flüssigkeit gebildet wird, fehlt der für die Th. pelagica so charakteristische grosse schlangenförmige Nucleolus; dagegen sind an seiner Stelle — wenigstens war dies bei einem Exemplar der Fall — zahlreiche kleine Körperchen vorhanden, die nach Osmiumcarminbehandlung zum Vorschein kommen und als Kernkörperchen zu betrachten sind. Dieselben liegen dicht unter der Membran des Binnenbläschens und verleihen der Oberfläche ein getüpfeltes Aussehen.

Das Protoplasma, welches den nach Abzug des Binnenbläschens übrig bleibenden Raum der Centralkapsel erfüllt, ist reich an Körnchen, die alle von beträchtlicher Grösse und gleicher Beschaffenheit sind, und sondert sich in die auch bei Th. pelagica erkennbaren Schichten, eine breite radialstreifige Rinde und eine innere, von Vacuolen durchsetzte Masse. In der Rinde liegen dicht unter der Kapselmembran eine grosse Zahl von kleinen rosarothen Oelkugeln, welche die Färbung der gesammten Centralkapsel bedingen und alle von derselben Grösse und in regelmässigen Intervallen gestellt sind. In der Markmasse dagegen kommen keine anderen Einschlüsse vor als die Vacuolen, die in radialen Reihen stehen, annähernd gleiche Durchmesser besitzen und von einander durch breite Sarkodebrücken getrennt werden.

Während nun Haeckel die Oelkugeln der Myxobrachia und ihre Anordnung fast mit denselben Worten beschreibt, wie es hier geschehen ist, weicht er in seinen Angaben über die Vacuolenschicht von der gegebenen Darstellung beträchtlich ab. Nach ihm sind in der intracapsulären Sarkode der Myxobrachien zweierlei Formelemente vorhanden, denen er beiden die Bedeutung von Zellen beimisst. „Der äussere peripherische Theil des Kapselraums wird von sehr kleinen, hellen, kugeligen Zellen eingenommen, welche mit den bei allen Radiolarien in der Centralkapsel constant vorkommenden „wasserhellen, kugeligen Bläschen“ identisch sind. Dieselben sind ächte kernhaltige Zellen und haben wahrscheinlich die Bedeutung von Sporen oder Keimkörnern. Weiter nach innen in der unmittelbaren Umgebung der Binnenblase liegen statt deren drei- bis viermal grössere, dunklere, stark lichtbrechende kugelige Zellen, welche einen grossen Nucleus und Nucleolus einschliessen.“ Beim Lesen dieser Schilderung ist es mir wahrscheinlich geworden, dass Haeckel Exemplare vor sich gehabt hat, bei denen sich im Kapselinhalt schon die zur Schwärmerbildung überleitenden kleinen homogenen Kerne entwickelt hatten. Als letztere wären dann die „kleinen hellen Zellen“ anzusehen, während die „grösseren dunklen Zellen“ vielleicht den Vacuolen entsprechen, die während der Ausbildung der Centralkapselkerne zum Theil eine Zeit lang noch erhalten bleiben.

In der Beschaffenheit des extracapsulären Weichkörpers unterscheidet sich die Th. sanguinolenta — und wenn wir von den Coccolithen und den durch sie bedingten Deformitäten absehen, auch die Myxobrachia — von der Th. pelagica durch die geringeren Mengen der Sarkode und ausserdem nach Haeckel's Schilderung noch durch die Anwesenheit zahlreicher extracapsulärer Oelkugeln, die farblos und in radialen Reihen zwischen den Alveolen angeordnet sind. Die Oelkugeln fehlten bei den von mir untersuchten Exemplaren.

Die höchste Entwicklungsstufe scheint die Familie der Colliden in dem Physematium Mülleri zu erreichen, zugleich einer der wenigen Arten, bei welchen ein Skelet vorhanden ist.

Leider habe ich auch dieses Mal keine Gelegenheit gehabt, dieses in vielfacher Hinsicht interessante Radiolar zu untersuchen.

6. Sphaeridea.

Die Familien der Ethmosphaeriden, Ommatiden und Spongosphaeriden.

Nach Ausschluss der schon besprochenen Acanthophractiden und Collosphaeren bleiben zahlreiche Radiolarienarten übrig, deren Skelet von ein oder mehreren Gitterkugeln gebildet wird. Wenn wir von denselben noch weiterhin die Gattungen Coelodendrum und Aulosphaera, die durch hohle röhrenförmige Skeletstücke und durch eine besondere Structur der Centralkapselmembran ausgezeichnet sind, lostrennen, so erhalten wir eine Gruppe, welche in der Beschaffenheit des Weichkörpers und der Kieseltheile übereinstimmend gebaut ist und daher als eine natürliche Abtheilung angesehen werden muss, für die ich den ihr neuerdings von Haeckel[1]) gegebenen Namen Sphaerideen beibehalte. Diese Abtheilung unterscheidet sich von den Acanthophractiden und Collosphaeriden, von denen sie früher nicht genügend getrennt wurde, durch die lange Dauer des einkernigen Zustandes, von den Acanthophractiden ausserdem noch dadurch, dass die Gitterkugeln aus Kieselsäure bestehen und nicht wie bei diesen durch die weitere Entwicklung von 20 regelmässig nach Müller's Gesetz angeordneten Stacheln hervorgegangen sind.

Zu den Sphaerideen rechne ich folgende drei von Haeckel früher an verschiedenen Stellen des Systems untergebrachten, in seiner neueren Schrift aber vereinten Familien: 1) die Ethmosphaeriden, 2) die Ommatiden, 3) die Spongosphaeriden. Die Ethmosphaeriden umfassen hierbei nicht allein die Heliosphaeriden und Arachnosphaeriden, sondern auch die Cladococciden, welche mit Unrecht als Entolithia den beiden anderen Unterfamilien als den Ectolithia gegenübergestellt wurden. Die Ommatiden entsprechen den Ommatiden Haeckel's, mit dem Unterschiede, dass alle Acanthophractiden und ausserdem die tetrapyleartigen Thiere nicht mit eingeschlossen sind. Die Spongosphaeriden werden durch die beiden Gattungen Rhizosphaera und Spongosphaera repräsentirt.

I. Das Skelet der Sphaerideen.

In den Schriften Ehrenberg's und Müller's, vor Allem aber in der Monographie Haeckel's, haben die hier zu behandelnden Skeletformen eine so genaue Schilderung erfahren, dass ich dieselbe nur habe bestätigen können. Die folgende zusammenhängende Darstellung, obwohl überall auf eigenen Beobachtungen fussend, bietet daher nur da, wo es sich um bisher noch nicht beschriebene Formen handelt, neues Material, schliesst sich dagegen im Uebrigen, auch wenn es nicht besonders hervorgehoben ist, den von früheren Forschern gemachten Angaben an.

Die Ausgangsform für das Skelet der Sphaerideen ist eine kieselige Gitterkugel, die sich nicht aus einzelnen, den Gittertafeln der Acanthophractiden analogen Theilen zusammensetzt und wahrscheinlich auch von Anfang an als ein continuirliches Stück auf einmal entsteht. Entweder ist nur eine Gitterkugel vorhanden, oder es sind mehrere concentrisch in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden. Das erstere ist bei den Ethmosphaeriden, das letztere bei den Ommatiden und Spongosphaeriden der Fall.

1) E. Haeckel, Das Protistenreich, eine populäre Uebersicht über das Formengebiet der niedersten Lebewesen. Mit einem wissenschaftlichen Anhange: System der Protisten. Leipzig 1878, abgedruckt aus dem Kosmos Bd. III.

Die Gitterkugel der Ethmosphaeriden findet sich in ihrer einfachsten Gestalt bei der Heliosphaera inermis und besteht hier allein aus sehr dünnen, zu hexagonalen Figuren verbundenen Stäbchen. Die Sechsecke sind nicht gerade von mathematischer Genauigkeit, immerhin aber an allen Stellen der Kugeloberfläche ziemlich gleichmässig ausgebildet; sie kehren auch bei den übrigen Arten der Familie wieder und sind nur selten, wie z. B. bei der von mir nicht beobachteten Gattung Ethmosphaera und den Arten Raphidococcus acufer und Cladococcus viminalis zu Kreisen abgerundet, indem die trennenden Kieselbälkchen in den Ecken sich verbreitert haben. Eine Complication dieser einfachsten Skeletform wird dadurch herbeigeführt, dass von den Bälkchen der Gitterkugel, besonders häufig von den Stellen, wo je drei derselben in der Ecke einer Masche zusammentreffen, Anhänge der mannigfachsten Art entspringen, die nach aussen hervorragen. Am verbreitetsten sind Stacheln, die entweder alle gleichmässig fein sind wie bei H. tenuissima, oder wegen ihrer verschiedenen Stärke als Haupt- und Nebenstacheln unterschieden werden müssen, wie bei H. actinota, H. echinoides und H. elegans. An Stelle von Stacheln kommen bei Cladococcus stärkere Stämmchen vor, die in einiger Entfernung von der Gitterkugel sich dichotomisch zu verästeln beginnen. Indem die Dichotomie sich in regelmässigen Intervallen wiederholt, wächst das Ganze schliesslich zu einem dichten Baum heran, dessen Aestchen um so feiner werden, je entfernter sie von der Gitterkugel sind.

Zierlicher als alle die geschilderten Anhänge sind die Stacheln einer neuen Heliosphaera, die ich H. insignis nenne (Taf. V, Fig. 7). Dieselben sind ungefähr zu 120 auf der Oberfläche der 200 μ im Durchmesser betragenden zarten Gitterkugel in den Ecken der hexagonalen 20 μ grossen Maschen befestigt; sie sind selbst 180 μ lang und zusammengesetzt aus drei schmalen, unter gleichen Winkeln auf einander stossenden Blättern, von denen ein jedes sich an seiner Basis in eines der drei in der Ecke sich vereinenden Gitterstäbchen fortsetzt; am peripheren Ende gehen sie in eine kurze Spitze aus. Die freien Kanten der Blätter sind mit kleinen Hervorragungen bedeckt, die wie Knöpfchen aussehen und in einer doppelten, korkzieherartig aufsteigenden Spirale gestellt sind.

Die Stacheln der Gitterkugel sind in der Unterfamilie der Arachnosphaeriden durch feine Kieselfäden verbunden, die alle ungefähr in einer Kugelebene von Stachel zu Stachel laufen und so ebenfalls ein, wenn auch viel grobmaschigeres und locker geflochtenes Gitter erzeugen. Bei jungen Thieren fehlend, entwickelt sich dasselbe erst während der Alterszunahme, indem von den Stacheln aus seitliche Fortsätze einander entgegenwachsen und mit einander verschmelzen; es ist somit im Gegensatz zu der von Anfang an vorhandenen Gitterkugel eine secundäre Bildung und wird deshalb auch zweckmässig mit einem besonderen Namen als Kieselnetz bezeichnet. Am einfachsten ist diese Skeletform bei einer neuen Art, der Diplosphaera spinosa (Taf. V, Fig. 2); die Gitterkugel besitzt hier einen Durchmesser von 220 μ, die einzelnen von dünnen Stäbchen begrenzten Maschen sind 24 μ gross, die Stacheln haben eine Länge von 360 μ und an den Basen eine Dicke von 4 μ und sind ungefähr zu 30—40 auf der Kugeloberfläche vertheilt. Sie bestehen ebenfalls aus drei unter gleichen Winkeln zusammentretenden Blättern, von denen ein jedes in regelmässigen Intervallen mit äusserst feinen und spitzen Zähnchen besetzt ist. Die Zähnchen der drei Blätter ordnen sich in einer aufsteigenden Spirale an, sind an der Basis am längsten und werden nach der allmählig sich verjüngenden Stachelspitze hin immer feiner. Ungefähr 200 μ von der Gitterkugel entfernt sendet jeder Stachel sechs feine, paarweis von je einer Blattkante entspringende Kieselfäden aus, welche an die entsprechenden Punkte benachbarter Stacheln herantreten und so ein spinnwebenartiges Kieselnetz mit grossen dreieckigen Maschen bilden. Nach aussen von dem Netz giebt der Stachel noch 2—3 Wirtel von Seitenzweigen ab, die in gleicher Weise auch bei anderen Ethmosphaeriden (Diplosphaera gracilis) vorkommen

und von Haeckel den Namen „Wimperquirle“ erhalten haben. Jeder Wimperquirl hat drei Zweige, die dreikantig und mit Zähnchen besetzt und dem Hauptstachel schwach zugebogen sind. Da die Zweige des basalen Wirtels am grössten, die des am meisten peripher gelegenen umgekehrt am kleinsten sind, nehmen die nach aussen von dem Kieselnetz befindlichen Theile der Stacheln die Form zierlicher, tannenbaumartiger Aufsätze an.

Bei einer von Haeckel beobachteten zweiten Art, der Diplosphaera gracilis, bei welcher die Zähnelung der grossen Stacheln fehlt, dagegen ausser diesen noch Nebenstacheln vorkommen, complicirt sich das Kieselnetz dadurch, dass unter rechten Winkeln von den Kieselfäden Seitenäste abgehen, die ihrerseits abermals den Fäden parallele Aestchen aussenden. So entsteht ein von rechtwinkligen Maschen gebildetes Netz, das ausserordentlich viel feiner ist als bei D. spinosa.

Die Diplosphaera gracilis leitet zu den Arachnosphaeren über, welche von mir leider nur nach jugendlichen oder stark verstümmelten Exemplaren untersucht werden konnten. Bei diesen Radiolarien entspringen, ebenfalls paarweis vereint, von den starken dreikantigen Radialstacheln je sechs verzweigte und anastomosirende Seitenäste, die sich zu Kieselnetzen mit unregelmässig polygonalen Maschen verbinden. Während aber bei Diplosphaera nur eine derartige Umhüllung entwickelt ist, sind bei den Arachnosphaeren 4—6 Kieselnetze, concentrisch unter sich und mit der Gitterkugel, in einander geschachtelt.

Eine grössere Mannigfaltigkeit, wie sie das Sphaerideenskelet bei den Arachnosphaeriden durch die von aussen erfolgende Anbildung neuer Theile erreicht, wird bei den Ommatiden durch die Vervielfältigung der Gitterkugeln herbeigeführt. Am häufigsten sind zwei derselben vorhanden, von denen dann die innere als „Markschale“ (Haeckel) oder als „Nucleus“ (Joh. Müller) von der äusseren oder der „Rindenschale“ unterschieden wird; doch sind auch grössere Zahlen nicht selten, wie denn Arten mit vier in einander geschlossenen Gitterkugeln schon durch Ehrenberg, wenn auch nicht lebend beobachtet, so doch nach ihrem Skelet beschrieben worden sind. Unter einander sind die Kugeln, wie schon oben kurz erwähnt wurde, durch radiale Stäbe verbunden, die auf der Oberfläche der Markschale beginnen und nicht wie bei den Acanthophractiden im Mittelpunkt des Körpers zur Vereinigung gelangen. Ueber die Entwicklungsweise des Ommatidenskelets ist Nichts bekannt, da alle von mir und Anderen beobachteten Arten stets schon mit allen für sie charakteristischen Kieseltheilen ausgerüstet waren; es macht dies die Annahme wahrscheinlich, dass die einzelnen Gitterkugeln auf einmal angelegt werden und nicht durch Verwachsen einzelner vorher gebildeter Stücke entstehen.

An der Spitze der Ommatiden steht die Gattung Haliomma mit nur zwei Gitterkugeln, einer Mark- und einer Rindenschale. Bei Haliomma erinaceus (Taf. IV, Fig. 1) ist die im Centrum des Körpers gelegene Markschale 25 μ gross und von unregelmässig polygonalen Maschen durchbrochen, die im Mittel einen Durchmesser von 10 μ haben und von einander durch sehr dünne Bälkchen getrennt sind. Von diesem Skeletcentrum entspringen an den Ecken der Maschen etwa 20 dünne, runde Verbindungsstäbe, die keine bestimmte Anordnung erkennen lassen, radial zu der äusseren, im Durchmesser 180 μ messenden Rindenschale verlaufen und hier regellos bald in der Mitte der Gitterbälkchen, bald an den Punkten, wo mehrere derselben zusammenstossen, sich befestigen. Die Maschen der Rindenschale sind von sehr verschiedener Grösse und Gestalt; die Ecken der von ihnen gebildeten polygonalen, je nach Bedürfniss drei- bis sechseckigen Figuren sind abgerundet, so dass die umgrenzenden schmalen Kieselbrücken, den Charakter rundlicher Stäbe, welchen sie in der Familie der Ethmosphaeriden haben, einbüssen. Auf der Oberfläche des Skelets finden sich kurze derbe Dornen

mit Vorliebe in der Verlängerung der Radialstäbe, nicht selten aber auch an beliebigen anderen Punkten.

Die Markschale einer dem H. echinaster nahe stehenden, wenn nicht sogar mit ihm identischen Ommatide (Taf. IV, Fig. 6) ist im Allgemeinen wie die von H. erinaceus beschaffen, nur ist sie grösser und besitzt grössere Maschen als diese; dagegen ist die Rindenschale durch einen sehr regelmässigen Bau ausgezeichnet. Ihre Oeffnungen (Taf. IV, Fig. 9) sind kreisrund, fast überall gleich gross und über die Oberfläche gleichmässig vertheilt, was zur Folge hat, dass jede an sechs benachbarte Oeffnungen grenzt; die zwischen ihnen befindlichen Gitterbrücken sind sehr breit und durch schmale Leisten gestützt, die auf der äusseren Seite der Gitterkugel mitten zwischen zwei an einander stossenden Oeffnungen verlaufen und entsprechend der Anordnung derselben sich zu hexagonalen, je ein Gitterloch umschliessenden Figuren verbinden. Vereinzelt kommen Unregelmässigkeiten im Skelet vor (Taf. IV, Fig. 9 a), indem da, wo die Oeffnungen kleiner sind, die durch die Leisten bedingten, gewöhnlich hexagonalen Figuren durch Vier-, Fünf- oder Siebenecke ersetzt werden, bis allmählig ein Ausgleich eingetreten ist. Die geschilderte Form der Gitterkugel lässt sich sehr leicht aus der Heliosphaeridenkugel ableiten, wenn wir annehmen, dass nur die Leisten den Kieselstäbchen der letzteren entsprechen. Dann sind die breiten Brücken Neubildungen, die diaphragmaartig von den Leisten aus in den Raum der Maschen eingewuchert sind, das Lumen derselben beschränkend.

Beide Gitterkugeln werden durch dünne Stäbe mit einander verbunden, ausserdem ist die äussere auf ihrer Oberfläche mit langen spitzen Stacheln bedeckt, welche bei dem von mir untersuchten wohl erhaltenen Exemplar sehr fein und gleichartig waren, während bei H. echinaster die in der Verlängerung der Radialstäbe gelegenen durch bedeutendere Stärke die übrigen übertreffen.

Zwischen die bei den Haliommen allein anwesenden Mark- und Rindenschalen schiebt sich in der Gattung Actinomma noch eine dritte intermediäre Gitterkugel ein. Leider habe ich nur eine einzige, dem A. asteracanthion nahe stehende Art und auch diese nur unvollkommen untersuchen können (Taf. IV, Fig. 4). Die beiden äusseren Gitterkugeln glichen hier einander im Bau und waren von gleichmässigen Oeffnungen durchbohrt, wie ich es soeben für Haliomma echinaster geschildert habe; die innerste dagegen war ausnehmend klein, dünnwandiger und unregelmässiger als jene. Die Verbindungsstäbe, von denen wahrscheinlich ausser den vier in der Figur abgebildeten und kreuzweis gestellten nur noch zwei weitere vorkommen, waren zwischen der Markschale und der intermediären Gitterkugel dünne Kieselfäden, zwischen dieser und der Rindenschale jedoch dicke dreikantige Prismen, denen auf der Oberfläche des Skelets noch dickere, ebenfalls dreikantige Stacheln entsprachen, während Nebenstacheln fehlten.

Bevor wir das Skelet der Ommatiden verlassen, habe ich noch die Gründe anzugeben, weshalb ich zwischen ihm und dem Skelet der Arachnosphaeriden einen principiellen Unterschied gemacht habe, obwohl doch beide das Gemeinsame besitzen, dass sie aus concentrischen Kieselhüllen bestehen: mit anderen Worten, weshalb das eine Mal die Hüllen als Kieselnetze, das andere Mal als Gitterkugeln bezeichnet wurden. Die Antwort hierauf ist zum Theil schon im Obigen enthalten. Wie wir gesehen haben, beruht das Charakteristische der Kieselnetze der Arachnosphaeren darauf, dass sie sich secundär von den Radialstacheln aus durch Verschmelzen von Fortsätzen derselben entwickeln; ein solcher Bildungsmodus ist aber für die Rindenschalen der Ommatiden weder bewiesen, noch bei dem Bau derselben überhaupt wahrscheinlich. Denn sollten dieselben genetisch sich von den Radialstäben ableiten, so müssten letztere Knotenpunkte in ihnen bezeichnen, wie dies bei den Acanthophracten und Arachnosphaeren in der That zutrifft, es müssten die zahlreichsten und stärksten Gitteräste von ihnen

ausgehen. Sehen wir uns die Skelete der Ommatiden hierauf an, so ist vielfach das Gegentheil der Fall, indem unter Umständen die Stäbe nicht einmal in den Ecken der Maschen, sondern an dünnen Querbrücken sich ansetzen. Eher könnte man daher die Ansicht vertheidigen, dass die Markschale von den Radialstäben secundär entstanden ist und dass somit die Rindenschale der Ommatiden als ursprünglicher Theil des Skelets der einfachen Gitterkugel der Heliosphaeren entspricht; es würde dann das Skelet der Ommatiden aus dem der Heliosphaeriden durch ein centripetales Wachsthum hervorgegangen sein, während das Skelet der Arachnosphaeriden einem centrifugalen Wachsthum seinen Ursprung verdankt.

Die bei den Arachnosphaeriden und Ommatiden getrennt auftretenden Charaktere, die Anwesenheit der Kieselnetze und der Besitz einer grösseren Zahl von Gitterkugeln, sind bei den Spongosphaeriden vereint, weshalb das Skelet dieser Familie die höchste Entwicklungsstufe in der Gruppe der Sphaerideen erreicht. Bei den zwei allein hierher gehörigen Gattungen Rhizosphaera und Spongosphaera sind zwei Gitterkugeln vorhanden, deren Grösse niemals auch nur irgend wie beträchtlich ist. Die innere der Gitterkugeln gleicht in ihrer Beschaffenheit der Markschale der Ommatiden und misst im Durchmesser bei Rhizosphaera trigonacantha (Taf. IV, Fig. 3 und 10) 55 μ, bei Spongosphaera streptacantha (Taf. IV, Fig. 5 und 5 a) nur 18 μ; die äussere ist nicht viel grösser (bei dem erstgenannten Radiolar 95 μ, bei dem anderen 38 μ) und in Folge dessen mit jener nur durch kurze Radialstäbe verbunden; ihr Bau ist sehr unregelmässig; die Gittermaschen sind ungleich gross und keineswegs in einer und derselben Fläche angebracht, indem manche in radialer Richtung gestellt sind und deshalb bogenförmig über die übrigen hervorragen; ausserdem schieben sich zwischen das Ende der Radialstäbe und die Gitterkugel ein oder mehrere kleine Maschen ein, welche ebenfalls nicht in die Kugeloberfläche fallen, sondern zu ihr senkrecht stehen. Alles dies hat zur Folge, dass die Rindenschale mehr den Charakter eines spongiösen Gerüsts als einer Gitterkugel hat und dass sie sich gegen die Markschale nur undeutlich absetzt.

Von der Oberfläche der Rindenschale, welche ich der Rindenschale der Ommatiden und der einzig vorhandenen Gitterkugel der Ethmosphaeriden vergleiche, entspringen zahlreiche dreikantige Stacheln, die anfänglich nur kleine kurze Dornen sind (Taf. IV, Fig. 10), später aber an Grösse zunehmen und bei alten Thieren in analoger Weise wie bei den Arachnosphaeren durch seitliche Ausläufer mit einander in Verbindung treten (Fig. 3). Bei Rhizosphaera trigonacantha sind die 60 μ langen sehr zahlreichen Stacheln kräftige Skeletstücke, welche mit kurzen Spitzen enden und alle von gleicher Stärke sind. Von jedem gehen etwas unterhalb des peripheren Endes in tangentialer Richtung drei gleichfalls derbe Ausläufer aus, die sich nur wenig verästeln und, indem sie unter einander anastomosiren, ein grobmaschiges Gitter von ähnlicher Beschaffenheit wie das der Rindenschale erzeugen. Beide Gitter werden von einander durch einen breiten Zwischenraum getrennt, innerhalb dessen die Radialstacheln keine Seitenäste abgeben. Wesentlich anders verhält sich Spongosphaera streptacantha (Taf. IV, Fig. 5 u. 5 a); hier fallen sofort etwa 11 Stacheln durch ihre ausserordentliche Länge von 1 mm und ihre im Vergleich zu den Gitterkugeln ansehnliche Breite von 15 μ auf. Gleichmässig über die Kugeloberfläche vertheilt strahlen sie nach allen Richtungen aus und bestehen aus drei am freien Rande scharf gezähnten Blättern, die sich wie bei Heliosphaera insignis und Diplosphaera spinosa unter gleichen Winkeln vereinigen. An den Kanten der Blätter nehmen zahllose feine Kieselfäden ihren Ursprung, die sich wiederholt gabeln, dabei nach allen Richtungen des Raumes sich ausbreiten und unter einander, sowie mit den Kieselfäden benachbarter Stacheln zur Bildung polygonaler Maschen anastomosiren. So entsteht ein spongiöses Netzwerk, das unmittelbar nach aussen von der Rindenschale

beginnt und dieselbe mit einer 150 μ dicken Schicht umhüllt. In dasselbe treten ferner zahlreiche Kieselfäden ein, die von der Rindenschale entspringen und im Gegensatz zu den grossen, weit über das Gitterwerk hinausragenden Hauptstacheln als Nebenstacheln bezeichnet werden können.

II. Der Weichkörper der Sphaerideen.

Bei allen Sphaerideen ist der Weichkörper sehr ähnlich gebaut; namentlich ist ein wichtiger, der ganzen Gruppe gemeinsamer Charakter darin gegeben, dass lange Zeit über nur ein einziger Kern vorhanden ist, dass dieser Kern eine Kugelgestalt besitzt und als sogenanntes Binnenbläschen im Centrum der Centralkapsel lagert, selbst in den Fällen, wo die Mitte durch die innerste Gitterkugel eingenommen wird. Diese Beschaffenheit des Kerns ist für uns eine weitere Veranlassung, die nach dem Bau des Skelets zusammengefassten Formen für systematisch verwandt zu halten, wie er andererseits uns auch in den die Beschreibung der Gruppe einleitenden Worten bestimmte, die vielkernige und ausserdem auch Colonie bildende Collosphaera von den Sphaerideen auszuschliessen.

Wie die Gitterschalen des Skelets meistentheils, man möchte fast sagen, mathematisch genaue Kugeln vorstellen, so ist die Centralkapsel ebenfalls regelmässig sphaerisch und verliert diese Form auch bei den Spongosphaeriden nicht, deren Skelet die bei den übrigen Sphaerideen herrschende Gesetzmässigkeit vermissen lässt. Umhüllt wird sie von einer zarten Kapselmembran, die gewöhnlich nur wie eine einfache Contour erscheint. Niemals sah ich dieselbe sich als eine derbe, doppelt contourirte Haut nach Glycerinbehandlung vom Kapselinhalt abheben, wie dies bei den Colliden, Cyrtiden, Aulosphaeriden u. A. der Fall ist.

Von Interesse sind die Lagebeziehungen der Centralkapseln zum Skelet. Diesem Verhältniss hatte Haeckel früher eine grosse Bedeutung für das System zugeschrieben, indem er die Radiolarien in Entolithien und Ektolithien theilte; bei letzteren sollte das Skelet in seiner Gesammtheit ausserhalb der Centralkapsel liegen, bei ersteren nur zum Theil, während ein anderer Theil sich innerhalb der Kapselmembran befände. In consequenter Durchführung dieses Eintheilungsprincipes rechnete Haeckel die Heliosphaeriden und Arachnosphaeriden, Alles Formen mit nur einer Gitterkugel, zu den Ektolithien, alle übrigen Familien, von denen nur die Cladococciden eine Gitterkugel, die anderen deren mehrere haben, zu den Entolithien. Wie wir nun im Folgenden sehen werden, ist dieses von Haeckel neuerdings selbst aufgegebene Eintheilungsprincip nicht allein unnatürlich, sondern überhaupt nicht durchführbar. Denn die relative Lagerung der Gitterkugel kann bei einer und derselben Art nach dem Alter des Thiers und der mit dem Alter in Zusammenhang stehenden Grösse der Centralkapsel wechseln.

Betrachten wir zunächst die Formen mit einer Gitterkugel, die Familie der Ethmosphaeriden.

Bei den Heliosphaeren ist die Centralkapsel so klein, dass sie durch einen ansehnlichen Zwischenraum von der stets extracapsulär gelegenen, hier ganz besonders grossen Gitterkugel getrennt wird. Dieser Zwischenraum verringert sich bei den Diplosphaeren, insofern hier die Gitterkugel bei der D. spinosa zwar noch extracapsulär war, bei der D. gracilis dagegen schon halb von der Centralkapsel umwachsen wurde. Für die Arachnosphaeren hebt Haeckel hervor, dass die Gitterkugel nicht selten so dicht der Kapseloberfläche aufliegt, dass sie von der extracapsulären Sarkode umhüllt wird; es könne dies leicht zu Täuschungen Veranlassung geben, als habe man es mit einem intracapsulären Skelet zu thun, eine Täuschung, die durch Zusatz von Schwefelsäure, welche die

extracapsulären Weichtheile zerstört, vermieden werde. Diese Angaben kann ich jedoch nicht bestätigen, da alle von mir beobachteten Exemplare von A. myriacantha, darunter junge Thiere, bei denen die Kieselnetze erst in Entwicklung begriffen waren, intracapsuläre Gitterkugeln besassen; es liess sich dies an Carminosmiumpräparaten, die in Canadabalsam eingeschlossen wurden, mit aller Sicherheit nachweisen.

Den Cladococciden hinwiederum schreibt Haeckel ausnahmslos intracapsuläre Gitterkugeln zu, indessen mit Unrecht. Cladococcus cervicornis, den ich genauer hierauf hin untersucht habe, verhält sich je nach der Grösse seiner Centralkapsel verschieden. Um dies gleich an einem bestimmten Beispiel zu illustriren, so maass bei einem Exemplar die Centralkapsel 100 μ, die Gitterkugel 81 μ, letztere lag somit intracapsulär. Bei einem anderen Exemplar waren die entsprechenden Maasse 75 μ und 79 μ; hier hatte ich eine extracapsuläre Gitterkugel vor mir, die durch einen, wenn auch kleinen Zwischenraum von der Kapseloberfläche getrennt wurde. Da im letzteren Falle die baumförmigen Aufsätze wenig ausgebildet und mit nur spärlichen Aesten versehen waren, musste das Exemplar für ein junges Thier gelten und folgt hieraus, dass bei den Cladococcen die Centralkapsel ursprünglich kleiner ist als die Gitterkugel und von dieser umschlossen wird, dass sie sich aber bei zunehmendem Alter des Thiers vergrössert und dabei die in ihren Dimensionen sich gleich bleibende Gitterkugel umwächst. Um übrigens die Artidentität der Individuen, auf die sich die vorstehenden Angaben beziehen, vollkommen sicher zu stellen, füge ich die wichtigsten Maasse des Skelets hier bei, zum Zeichen, dass in denselben eine nahezu völlige Gleichheit herrschte. Der Durchmesser der Maschen betrug das eine Mal 13 μ, das andere Mal 14 μ, die Dicke der Zwischenbälkchen beidesmal etwa 1,5 μ, die Länge der Stacheln bis zur Gabelung 30—36 μ und 27—30 μ, ihre Dicke beidesmal 2,5 μ.

Den Durchwachsungsprocess, den ich hier für die Cladococciden angenommen habe, konnte ich bei einer anderen Sphaeridee noch weiter sicher stellen und über die Art, wie er sich vollzieht, eine Vorstellung gewinnen. Es war eine Diplosphaera, deren äusseres Skelet so stark verletzt war, dass eine genaue Bestimmung hierdurch verhindert wurde; da die wenigen Stacheln, die erhalten waren, nicht die für D. spinosa charakteristische Zähnelung zeigten, beziehe ich das Exemplar auf D. gracilis.

Die Centralkapsel des leider erst nach der Carminosmiumbehandlung aufgefundenen Thieres (Taf. V, Fig. 1) war mit zahlreichen Aussackungen bedeckt, von denen ungefähr 30 auf die Peripherie des kreisförmigen optischen Durchschnitts kamen. Die einzelnen Aussackungen waren ungefähr 28 μ breit und etwa doppelt so lang und lagerten alle dicht neben einander; sie wurden von bräunlich rothen Pigmentkörnchen erfüllt und von einer sehr dünnen Kapselmembran umschlossen. Vom Skelet waren nur die Ueberreste der dreikantigen Stacheln sichtbar, die Gitterkugel dagegen gelangte erst beim Zerzupfen der Diplosphaera zum Vorschein (Taf. V, Fig. 1 b). Betrachtete man nämlich abgerissene Stücke der oberflächlichen Centralkapselschicht von der Fläche, so erblickte man am Grund der Furchen zwischen den Aussackungen die dünnen Kieselbälkchen einer aus hexagonalen Maschen bestehenden Gitterkugel; die Aussackungen waren somit durch die einzelnen Gittermaschen wie ein Bruchsack durch die Bruchpforte vorgestülpt, woraus sich das eigenthümliche Aussehen der Centralkapsel erklärte. Dieser Befund lässt es nun wahrscheinlich erscheinen, dass die Umwachsung der Gitterkugel sich bei den Sphaerideen in folgender Weise vollzieht. Die anfangs kleine Centralkapsel treibt bei ihrer Grössenzunahme Blindsäcke durch die Maschen der Gitterkugel; diese Blindsäcke verschmelzen später unter einander und es regenerirt sich hierbei die Kapselmembran, die nunmehr die Gitterkugel von aussen umgiebt.

Bei den Ommatiden (Taf. IV, Fig. 1. 2. 6) liegt die innerste Skeletkugel, die Markschale

Haeckel's oder der Nucleus J. Müller's, stets in der Centralkapsel, die äusserste ausserhalb derselben. Die dritte intermediäre Kugel wurde bei dem von mir beobachteten Exemplar von Actinomma asteracanthion (Taf. IV, Fig. 4) ebenfalls von der Kapselmembran umgeben; das Gleiche gilt nach Haeckel auch für die übrigen verwandten Arten.

Die zwei Gitterkugeln, die den Skeletkern der Spongosphaeriden bilden, finden sich bei erwachsenen Thieren (Taf. IV, Fig. 3 u. 5 a) stets intracapsulär und waren es auch schon bei den jüngsten Exemplaren von Spongosphaera streptacantha (Fig. 5), die ich beobachtet habe, und die einen Centralkapseldurchmesser von nur 34 μ besassen. Dagegen verhält sich Rhizosphaera trigonacantha in diesem Punkte abweichend. Beim jüngsten Thiere dieser Art mit einer 70 μ grossen Centralkapsel, bei welchem die Radialstacheln noch fehlten, verlief die Contour der Centralkapsel vollkommen innerhalb der äusseren Gitterkugel (Taf. IV, Fig. 10); bei drei anderen Individuen, deren Centralkapseldurchmesser 76 μ, 85 μ, 91 μ betrugen, deren Stacheln zwar vorhanden waren, aber entweder gar keine Balken des äusseren Kieselgerüstes oder nur Ansätze zu solchen aufwiesen, lagen allein die nach aussen vorspringenden Maschen der Gitterkugel noch ausserhalb; bei dem ältesten Thier endlich (Taf. IV, Fig. 3) mit 152 μ grosser Centralkapsel war die Gitterkugel tief in das Innere der letzteren vergraben. Bei Rhizosphaera wird somit die äussere Gitterkugel erst ganz allmählig umwachsen.

Was nun die Beschaffenheit des Kapselinhalts anlangt, so wurde schon am Eingang der Besprechung das wichtige Merkmal betont, dass nur ein Kern vorhanden ist, der als Binnenbläschen das Centrum der Centralkapsel einnimmt. Sein Bau ist in den einzelnen Familien, häufig sogar bei den Gattungen einer und derselben Familie verschieden.

Am einfachsten beschaffen ist der Kern bei den Ommatiden; bei den Gattungen Haliomma und Actinomma ist er eine Kugel von einer durchaus gleichmässigen Substanz, in welcher keine Nucleoli differenzirt sind, die dagegen auf ihrer Oberfläche von einer zarten Membran umgeben wird; er ist somit ein homogener Kern, wie er sich so ausserordentlich häufig bei Infusorien vorfindet. Das Interesse des Ommatidenkerns beruht darauf, dass er einen Theil des Skelets, die Markschale, in seinem Inneren vollständig umschliesst. Ich habe diese Thatsache, die mich anfänglich höchlichst überraschte und mir unwahrscheinlich erschien, nach allen Richtungen hin sicher gestellt. Einmal geschah dies in der Weise, dass ganze Thiere, die nicht zu gross, nicht zu stark durch Osmiumsäure geschwärzt oder durch Carmin gefärbt waren, in Nelkenöl untersucht und zum Schluss in Canadabalsam übertragen wurden (Taf. IV, Fig. 1. 2. 4. 6). Diese Behandlungsweise macht die Weichtheile und das Skelet gleich deutlich und ermöglicht es, durch Drehen und Wenden des Präparats den Nachweis zu führen, dass die dünnen Balken der Markschale einwärts von der scharf gezeichneten Grenzcontour des Kerns lagern und dass die feinen Stäbchen, welche die Markschale mit der nächsten Gitterkugel verbinden, die Wandungen des Kerns durchbohren. Zweifellos war dies bei Haliomma erinaceus (Fig. 1) und Actinomma asteracanthion (Fig. 4) der Fall; bei einer zweiten Art von Haliomma war das Bild weniger sicher, weil der Grössenunterschied zwischen dem Kern und der Markschale zu gering war (Fig. 6). Diese zweite Art konnte nicht mit Sicherheit bestimmt werden, weil die äussere Gitterkugel zerstört war; nach der Grösse und der Beschaffenheit der Markschale zu schliessen, war sie ein Haliomma echinaster.

Zu den Haliommen rechne ich ferner die in Figur 2 auf Tafel IV abgebildete Centralkapsel, die in mehrfacher Hinsicht von Interesse ist. Einmal umschloss hier der Kern eine grössere Anzahl von Nucleoli und wich hierin von dem gewöhnlichen Ommatidenkern ab; ausserdem enthielt er eine ganz winzige Markschale, von welcher nur kurze, schon in der Centralkapsel aufhörende Verbindungsstäbe

nach allen Richtungen ausgingen. Endlich fanden sich neben ihm noch einzelne kleine runde Kerne im Protoplasma der Centralkapsel zerstreut. Eine äussere Gitterkugel war ebenso wenig vorhanden, wie bei dem soeben besprochenen Exemplar, so dass ich die Art weder bestimmen noch charakterisiren kann.

Eine andere Methode, um sich zu überzeugen, dass bei Haliomma ein Theil des Skelets im Inneren des Kerns liegt, ist das Zerzupfen der Centralkapsel. Unter dem Präparirmikroskop kann man den Kern vollkommen aus dem umhüllenden Protoplasma herausschälen, ohne ihn zu verletzen; schon in Glycerinpräparaten sieht man die Markschale als eine helle Zeichnung in der rothen Kernsubstanz, noch klarer wird das Bild beim Einschluss in Canadabalsam oder in Nelkenöl, wo dann die unbestimmte Zeichnung scharfe Contouren erhält. Die geschilderte Beobachtungsmethode lässt gar keine Zweifel gegen ihre Beweiskraft zu.

Die Gattung Spongosphaera schliesst sich in der Beschaffenheit ihres Kerns und in den Lagebeziehungen des letzteren zum Skelet in jeder Hinsicht den Ommatiden auf's innigste an. Auch hier besteht der Kern aus einer homogenen Masse und umhüllt einen Theil des Skelets. Bei jungen Thieren liegt, wie bei den Ommatiden, nur die Markschale im Kern, wovon man sich überzeugen kann, wenn man die noch kleinen und relativ durchsichtigen Centralkapseln nach vorausgegangener Färbung zu Canadabalsampräparaten macht (Taf. IV, Fig. 5). Bei älteren Thieren dagegen wird auch noch die zweite Gitterkugel umwachsen. Da hier die Centralkapsel zu gross und zu stark pigmentirt ist, um selbst durch Nelkenöl aufgehellt zu werden, ist es nöthig, das Binnenbläschen unter dem Präparirmikroskop mit fein gespitzten Nadeln herauszuschälen (Taf. IV, Fig. 5 a). An einem so gewonnenen und in Nelkenöl aufgehellten Präparat sieht man, dass die Grenzen des Kerns sogar noch weit über die zweite Gitterkugel hinausragen; zugleich fällt die eigenthümlich streifige Structur des Kerns auf, welche den Eindruck erweckt, als wäre seine Substanz aus radial neben einander gelagerten keilförmigen Stücken gebildet. Dieses Aussehen ist vielleicht dadurch veranlasst, dass ausser den stärkeren Stacheln sich noch feinere Kieselbälkchen, die durch die Weichtheile verdeckt werden, von der Oberfläche der äusseren Gitterkugel erheben, um sich in das feine spongiöse Netzwerk zu verlieren, welches den Centralkapselinhalt und den extracapsulären Weichkörper durchsetzt. Jedenfalls ist der Kern ein einheitliches Ganze, wie seine scharfe Contourirung, die ich als den optischen Ausdruck einer Kernmembran auffasse, erkennen lässt.

Bei dem Kern der Spongosphaeren wiederholen sich somit ähnliche Verhältnisse, wie wir sie für die Centralkapseln der Cladococcen, Arachnosphaeren und Diplosphaeren kennen gelernt haben: der Kern umwächst bei seiner Grössenzunahme Theile des Skelets, die ursprünglich ausserhalb lagen. Dies legt die Vermuthung nahe, dass auch die Markschale nicht allein der Spongosphaeren, sondern auch der Ommatiden auf gleiche Weise in das Innere des Kerns gelangt ist, dass sie, ursprünglich im Protoplasma der Centralkapsel entstanden, vom Kerne erst secundär umschlossen wurde. Diese Annahme würde das sonst auffällige Verhältniss in einfacher Weise erklären.

Die den Spongosphaeren im Bau des Skelets so nahe verwandten Rhizosphaeren weichen in der Bildung des Kerns von den bisher betrachteten Arten sehr wesentlich ab. Der Kern ist stets kleiner als die Markschale, wenn er auch bei älteren Thieren den inneren Contouren derselben dicht anliegt; ausserdem zeigt er eine feinere Structur, die ich wenigstens an guten Carminosmiumpräparaten, so lange sie in Glycerin lagen, nie vermisste, während sie in Nelkenöl oder Canadabalsam wegen der allzu starken Aufhellung verschwand. Die Kernsubstanz ist in radialen Streifen angeordnet, welche an der kugeligen Oberfläche breiter sind, nach dem Centrum dagegen feiner werden und schliesslich

in einer körnigen, das Centrum einnehmenden Masse verschwinden. Bei einem einzigen Exemplar war einer der Streifen um vieles breiter als die übrigen und bildete einen nucleolusartigen Körper, an dem die übrigen Streifen bogenförmig ausweichend rechts und links vorüberzogen (Taf. IV, Fig. 10).

Die Rhizosphaeren gehören zu den wenigen für gewöhnlich einkernigen Radiolarien, bei denen ich auch einen vielkernigen Zustand habe beobachten können. Leider war dies nur ein einziges Mal der Fall bei einem Exemplar von so ansehnlicher Grösse, dass seine Centralkapsel bis an das äussere Maschenwerk reichte, welches die Spitzen der Skeletstacheln verbindet (Taf. IV, Fig. 3). Vom Hauptkern oder dem Binnenbläschen waren nur Spuren erhalten in Form von einer schwach roth gefärbten Stelle von etwa 20 μ Durchmesser; dagegen war die Centralkapsel vollgepfropft von kleinen runden Kernen; an einzelnen Stellen waren dieselben sogar durch die geplatzte Kapselmembran nach aussen hervorgetreten. Ich habe das Thier zwar im lebenden Zustand beobachtet, entsinne mich aber nicht genau, ob die nach aussen gelangten Körper sich herumtummelten und schon Schwärmer geworden waren. Jedenfalls haben wir eine in Schwärmerbildung begriffene Centralkapsel vor uns, da der Befund in allen Stücken an die Beobachtungen erinnert, die ich über die Umwandlung der Collidencentralkapsel in Schwärmer schon früher veröffentlicht habe.

Den am höchsten entwickelten Kernformen, welche in der Sphaerideengruppe beobachtet wurden, begegnen wir bei den Ethmosphaeriden, bei welchen sie schon von Haeckel (bei den Arten der Gattung Heliosphaera) gesehen und als Binnenbläschen beschrieben worden sind. In der Beschaffenheit des Kerninhalts macht sich diese höhere Entwicklung insofern geltend, als in demselben stets einige Nucleoli differenzirt sind; bald ist die Zahl derselben eine geringe, wie ich z. B. bei einer Diplosphaera nur vier nachweisen konnte (Taf. V, Fig. 1 a), bald sind über zehn Nucleoli im Kern vorhanden, was sogar bei der Mehrzahl der Individuen der Fall zu sein scheint (Taf. V, Fig. 3).

Die den Kerninhalt umgebende Membran zeichnet sich durch ihre ganz aussergewöhnliche Derbheit aus; an Kernen, die durch Zerzupfen der mit Osmiumsäure behandelten Centralkapsel isolirt wurden, ist sie deutlich doppelt contourirt und hebt sich gewöhnlich als eine feste Haut von dem geschrumpften Kerninhalt ab (Taf. V, Fig. 4). Auf ihrer Oberfläche ist sie mit kleinen Höckern besetzt, die ziemlich dicht stehen und in der Weise in Reihen angeordnet sind, dass die Höcker der einen Reihe mit denen der beiden benachbarten Reihen alterniren. Schon bei Kernen, die noch von der Centralkapsel umschlossen sind, namentlich bei jungen Thieren, lässt sich die Structur erkennen (Taf. V, Fig. 6), am schönsten aber ist sie zu sehen bei enucleirten Kernen abgestorbener Thiere, deren Centralkapselinhalt und Kernmasse zerfallen ist, während die Membran sich unverändert erhalten hat. Von der Fläche betrachtet erscheint die Membran wie getüpfelt, ohne dass jedoch hiermit gesagt sein soll, dass die Höcker in der That von Canälen durchbohrt werden.

Die geschilderte Beschaffenheit des Kerns erinnert ganz ausserordentlich an den Bau der eigenthümlichen Kapsel, welche im Protoplasmakörper einer von mir kürzlich beschriebenen neuen Rhizopodenart, der Sticholonche zanclea [1]), vorkömmt. Auch hier haben wir eine derbwandige Membran, die in sehr regelmässiger Weise auf ihrer Oberfläche mit Erhabenheiten bedeckt ist. Der Inhalt der Kapsel ist eine in Carmin sich stark färbende und hierin der Kernsubstanz gleichende Masse, die stets einen kleinen nucleolusartigen runden Körper birgt. Der wesentlichste Unterschied ist in der so abweichenden Gestalt des Körpers gegeben. Während der Ethmosphaeridenkern eine sehr regelmässige Kugel bildet, ist die Kapsel der Sticholonche langgestreckt und auf einer Seite eingebogen. Früher

1) R. Hertwig, Studien über Rhizopoden. Jenaische Zeitschrift Bd. XI. S. 324.

trug ich Bedenken, die Kapsel als Kern zu deuten, da sie an keine bekannten Kernformen sich anreihen liess, und zog es vor, den rundlichen Binnenkörper als Kern in Anspruch zu nehmen. Jetzt besitzen die damals geäusserten Bedenken nicht mehr die Wichtigkeit, wie früher, da sich eine ähnliche Kernform bei den Ethmosphaeriden vorfindet, ohne dass hier die Deutung angefochten werden könnte. Denn das Binnnenbläschen nimmt im Körper der Ethmosphaeriden eine Stellung ein, welche bei anderen Radiolarien von unzweifelhaften Kernen ausgefüllt wird, und gleicht selbst manchen hoch differenzirten Kernen thierischer Zellen so ausserordentlich, dass keine tiefgreifenderen Verschiedenheiten z. B. von den Keimbläschen der unbefruchteten Eier nachweisbar sind.

Der aus Protoplasma bestehende Theil des Centralkapselinhalts der Sphaerideen kann wie bei den meisten Radiolarien Pigmentkörnchen und Fetttröpfchen enthalten. Bei den Spongosphaeren und Rhizosphaeren sind sogar diese Einschlüsse so reichlich vorhanden und die Centralkapseln ausserdem so umfangreich, dass man keinen Einblick in ihren feineren Bau gewinnen kann, ohne sie zu zerstören. Die Centralkapseln der Heliosphaeren dagegen sind meist klein und farblos und eignen sich daher vortrefflich zum Studium des intracapsulären Protoplasma; für sie ist die radiale Anordnung ihres Inhalts, die sich namentlich nach Osmiumsäurebehandlung bemerkbar macht und je nach den einzelnen Arten, vielleicht sogar je nach dem Alter der Thiere verschieden entwickelt ist, in hohem Maasse charakteristisch. Bei einem kleinen Exemplar von Heliosphaera tenuissima (Taf. V, Fig. 6), dessen Kern die Centralkapsel bis auf eine dünne Rindenschicht vollkommen erfüllte, schien das Protoplasma förmlich aus breiten keilförmigen Stücken zusammengesetzt, welche, eines dicht neben dem anderen gelagert, den Zwischenraum zwischen dem Kern und der Kapselmembran einnahmen. Die keilförmigen Stücke sahen ganz wie Zellen aus, umschlossen grössere und kleinere Körnchen, aber keinen Kern.

Das andere Extrem derselben Structur zeigte mir die neue Art Diplosphaera, die ich oben als D. spinosa beschrieben habe (Taf. V, Fig. 2 a). Hier bestand das Protoplasma aus feinen Fasern, die ebenfalls in radialer Richtung von der Kapselmembran zur Kernoberfläche verliefen. Dicht unter der Kapselmembran waren die Fasern am breitesten, wie es bei ihrer Anordnung selbstverständig ist, und riefen sie hier eine gefelderte Zeichnung hervor, ähnlich dem Mosaik eines von der Fläche betrachteten Cylinderepithels (Fig. 2 b).

Bei den zahlreichen übrigen Ethmosphaeriden, die ich untersucht habe, waren die radialen Protoplasmastücke, die durch Zerzupfen isolirt werden konnten (Taf. V, Fig. 5), bald derber, bald feiner; sie schienen im Allgemeinen feiner zu sein bei grossen Centralkapseln, derber bei kleinen, woraus folgen würde, dass ihre Länge und ihre Dicke im umgekehrten Verhältniss zu einander stehen.

Die gleiche Anordnung des Protoplasma kehrt wahrscheinlich auch bei den übrigen Sphaerideen wieder. Bei einer jungen Spongosphaera (Taf. IV, Fig. 5) konnte ich sie direct beobachten, ebenso zeigten sich Andeutungen von ihr bei Exemplaren von Haliomma (Fig. 1) und Actinomma (Fig. 4), die in Canadabalsam eingeschlossen untersucht wurden. Bei grossen Exemplaren von Spongosphaera endlich wurden beim Zerzupfen keilförmige Protoplasmastücke isolirt, deren Form hier jedoch auch durch das schwammige Netzwerk des Skelets bedingt sein könnte.

Bei einigen Sphaerideen bin ich noch auf eine weitere Eigenthümlichkeit des Centralkapselinhalts aufmerksam geworden. Als ich das Binnenbläschen von einer Diplosphaera mit Nadeln enucleirte und durch Klopfen und Hin- und Herschwemmen vom anhängenden Protoplasma befreite, fiel mir auf, dass die Kernmembran von Fäden ganz bedeckt war, die der Oberfläche fester als das umliegende Protoplasma anhafteten (Taf. V, Fig. 1 a). Die Fäden waren 1 μ dick und 15—20 μ lang

und bestanden aus einer homogenen, wahrscheinlich protoplasmatischen Substanz; sie sassen auf den oben beschriebenen kleinen Erhebungen der Kapselmembran, gegen die sie sich durch eine eingeschnürte Stelle absetzten und von denen sie bei fortgesetztem Klopfen abfielen. Später habe ich die Fäden nur noch ein einziges Mal bei einer Arachnosphaera myriacantha wiedergefunden, bei welcher sie die gleiche Beschaffenheit und Anordnung zeigten.

Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung der auf der Kernmembran aufsitzenden Fäden kann ich nur Vermuthungen äussern, da nur erneute Beobachtungen an lebendem Material — ich wurde auf die Structur erst bei der Untersuchung der in Osmiumsäure conservirten Radiolarien aufmerksam — zu sicheren Resultaten führen können. Möglicherweise sind die Gebilde verkürzte Axenfäden von Pseudopodien, wie sie bei den Acanthometren oben geschildert wurden und mit denen sie in ihrer Beschaffenheit übereinstimmen. Zu Gunsten dieser Ansicht spricht die Beobachtung der Sticholonche zanclea, bei welcher die Pseudopodien — oder richtiger die von einer nur dünnen Rindenschicht überzogenen Axenfäden derselben — ebenfalls an die als Kern wahrscheinlich zu deutende Kapsel herantreten, um sich hier mit den kleinen Höckern zu verbinden. Bei der Schilderung der genannten Rhizopodenart habe ich mich dafür ausgesprochen, dass die gesammten Pseudopodien aus dem Inneren der Kapsel hervorkommen. Eine derartige Annahme ist jedoch keineswegs durch die Beobachtung als die einzig mögliche geboten, vielmehr ist es denkbar, dass sie schon auf der Oberfläche der Membran ihr Ende finden. Dann müsste das Verhältniss vielmehr so aufgefasst werden, dass die Axenfäden der Pseudopodien die Kernmembran aufsuchen, um an ihr, als einem verhältnissmässig festen Theil, einen Stützpunkt zu gewinnen, ebenso wie sie sich bei Heliozoen mit excentrischem Kern offenbar der Festigkeit halber alle gemeinsam in einem centralen Korn vereinen. Unter dieser Voraussetzung würden die Beziehungen der Axenfäden zu dem Kern secundär erworben sein, eine Ansicht, für welche auch die neueren Beobachtungen über die Actinophryen sich anführen lassen. Denn nur bei der Actinophrys sol mit einem einzigen relativ grossen und central gelegenen Kern reichen die Axenfäden bis an diesen heran, während sie bei dem Actinosphaerium Eichhorni, dessen Bau dem Bau der Actinophrys im Allgemeinen ähnlich ist, dessen Kerne aber kleiner, in grosser Zahl vorhanden, im Körper unregelmässig zerstreut und aus allen diesen Gründen zu Stützpunkten ungeeignet sind, frei im Protoplasma der Marksubstanz enden. Aus diesen Angaben kann entnommen werden, dass die von mir vertretene Auffassung geeignet ist, die mannigfaltigen Beziehungen, in welchen die Axenfäden der Pseudopodien zu den Körperbestandtheilen stehen, unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zu bringen [1]).

Ueber den extracapsulären Weichkörper habe ich nur wenige Beobachtungen angestellt. Eine Gallertschicht ist stets vorhanden, scheint aber nirgends mächtig zu sein, so dass sie z. B. bei den Heliosphaeren nach innen von der Gitterkugel liegt und auch bei Haliomma und Actinomma von

1) Hinsichtlich der Axenfäden der Heliozoen verweise ich auf folgende Arbeiten:

M. Schultze, Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen S. 30. Leipzig 1863.

H. Grenacher, Bemerkungen über Acanthocystis viridis. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIX. S. 289, und: Ueber Actinophrys sol. Verh. der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. Bd. I. S. 166.

R. Greeff, Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. I. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. V. S. 464. II. Bd. XI. S. 1, und: Ueber die Actinophryen als ächte Radiolarien zur Familie der Acanthometriden gehörig. Sitzungsb. d. Niederrh. Gesellsch. Januar 1871.

F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. X. S. 328 u. S. 377.

R. Hertwig und E. Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. X Suppl. und: Studien über Rhizopoden. Jenaische Zeitschr. Bd. XI. S. 324.

der äussersten Schale umhüllt wird. Die extracapsuläre Sarkode bildet eine dicke Lage, in der nicht selten Pigmentkörnchen eingestreut sind. Die Pseudopodien sind ausserordentlich zahlreich und lang, starr wie Stacheln und anastomosiren selten unter einander, stellenweise bilden sie Varicositäten. Alles dies sind Eigenschaften, die für die oben schon vermuthete Anwesenheit von Axenfäden sprechen, wiewohl dieselben durch directe Beobachtung nicht nachgewiesen worden sind.

7. Die Familie der Dyssphaeriden.

Schon innerhalb der Sphaerideen verwischen sich bei einzelnen Arten, wie den Rhizosphaeren und Spongosphaeren, die für die Gruppe charakteristischen Merkmale, indem das sonst von kugeligen in einander geschachtelten Schalen gebildete Skelet eine unregelmässigere Beschaffenheit annimmt und sich mehr und mehr in ein spongiöses Gerüst auflöst. Immerhin lassen sich im Balkenwerk noch zwei Zonen nachweisen, die den Eindruck gesonderter Gitterkugeln machen; auch beeinflusst die Veränderung des Skelets nicht die Form und den Bau der Centralkapsel, die nach wie vor kugelig ist und einen kugeligen Kern in ihrem Centrum birgt. In den hervorgehobenen Punkten unterscheiden sich von den Sphaerideen eine Anzahl von Radiolarien, die sich um die Müller'sche Gattung Tetrapyle gruppiren. Das Gemeinschaftliche derselben besteht darin, dass das Skelet, obwohl es seiner Anlage nach auf Gitterkugeln zurückgeführt werden kann, so erhebliche Modificationen erfahren hat, dass auch die Weichtheile, die Centralkapsel und der Kern, von ihnen in Mitleidenschaft gezogen werden; aus diesem Grunde trenne ich die fraglichen Formen von den übrigen Sphaerideen und fasse sie in einer besonderen Familie unter dem Namen der Dyssphaeriden zusammen.

I. Das Skelet der Dyssphaeriden.

Bei den Dyssphaeriden herrscht eine so grosse Variabilität des Skelets, dass ich dasselbe fast bei allen 20 Exemplaren, welche ich genauer untersucht habe, verschieden gebaut fand. Wird schon hierdurch die scharfe Unterscheidung von Gattungen und Arten erschwert, so wird sie weiterhin durch den Umstand fast unmöglich gemacht, dass selbst zwischen Formen, die auf den ersten Blick weit aus einander zu stehen scheinen, zahlreiche Uebergänge existiren; es wird sich dies bei der Bearbeitung eines reicheren Beobachtungsmaterials, als es mir zu Gebote stand, wahrscheinlich noch mehr bemerkbar machen.

Um die Skelete der Dyssphaeriden richtig zu verstehen, muss man an ihnen zwei Theile aus einander halten: 1) eine Markschale, die sich überall nahezu gleichmässig verhält und im Allgemeinen eine gut ausgeprägte Gitterkugel vorstellt; 2) eine Rindenschale, die sich von den Gitterkugeln der Sphaerideen mehr oder minder erheblich unterscheidet und durch ihre Variabilität allein die Mannigfaltigkeit der Skelete erzeugt. Letztere ist vielfach noch kugelig wie bei den Haliommen, hat aber ein sehr unregelmässiges Gitterwerk und eine stachelige Oberfläche, weshalb ich die hierher gehörigen Formen als Echinosphaera datura bezeichne. In anderen Fällen wiederum weicht sie von der sphaerischen Grundform bedeutend ab, indem der Krümmungsradius ihrer Oberfläche in den einzelnen Abschnitten verschieden gross ist; hierbei ist das Skelet entweder in einer Richtung abgeplattet wie bei den Tetrapylen, oder es nimmt eine spiralige Anordnung an wie bei einigen Radiolarien, die mir in Haeckel's Gattung Lithelius zu gehören scheinen.

Von den Tetrapylen, mit welchen ich beginne, hat schon Joh. Müller eine durch zahlreiche Abbildungen erläuterte Schilderung gegeben, welche Haeckel später vollkommen bestätigt hat und der auch ich im Wesentlichen beistimme. Von der einzigen bisher im lebenden Zustand beobachteten Art, der Tetrapyle octacantha, habe ich jüngere und ältere Thiere aufgefunden, von denen die ersteren leichter verständlich sind und daher zuerst besprochen werden sollen (Taf. VI, Fig. 5).

Die Markschale (d) ist ein kleiner, etwas in die Länge gestreckter Körper mit einem für seine Grösse weitmaschigen Gitterwerk; sie liegt in einer Rindenschale, deren eigenthümlicher Bau eine eingehende Darstellung verlangt. An derselben müssen wir drei auf einander senkrecht stehende Durchmesser unterscheiden, einen Längs-, einen Quer- und einen Breitendurchmesser, von welchen der erstere bei weitem der grösste, der letztere der kleinste ist. Auf jeder der beiden am Ende des Breitendurchmessers gelegenen Flächen (Fig. 5 a) finden sich in der Gitterung zwei grosse Oeffnungen (e), deren Gesammtzahl „vier" zum Namen Tetrapyle Veranlassung gegeben hat. Am besten stellt man sich die Schale, wie es schon Joh. Müller gethan hat, vor als zusammengesetzt aus zwei rechtwinklig zu einander stehenden, verschieden grossen, ovalen Gitterringen, von denen der kleinere Durchmesser des einen (der Querdurchmesser der ganzen Schale) mit dem grösseren Durchmesser des anderen zusammenfällt; oder wenn wir nur von einem grossen ovalen Ring ausgehen, so ist derselbe (Fig. 5 a) auf beiden Seiten in der Richtung seines kleinsten Durchmessers von einem quergestellten Gitterwerk überbrückt, welches dem kleinen Ring entspricht und jedesmal die Oeffnungen einer Seite (e) von einander trennt. Die Querbrücke ist der am dichtesten der Markschale anliegende Abschnitt des Skelets, da er von ihr nur durch einen geringen Zwischenraum getrennt wird und sich mit ihr durch kurze Skeletbalken so innig verbindet, dass er fast wie ein ihr angehörender Theil erscheint. Der grössere Ring dagegen hängt entweder allein durch Vermittelung der Querbrücke mit der Markschale zusammen oder es sind noch ausserdem einige wenige radiale Stäbe (*) vorhanden, welche eine directe Verbindung herstellen. Am häufigsten habe ich einen solchen Radialstab gesehen, der im Längsdurchmesser der Schale, aber nur auf einer Seite lag (Fig. 5). Die Zahl der Radialstäbe mehrt sich übrigens, wie ich hier schon hervorheben will, je mehr sich der typische Charakter der Tetrapyle verwischt.

Zwischen dem kleineren und dem grösseren Ring bleiben, wie leicht verständlich, im Ganzen vier weite Oeffnungen (e) übrig, welche schon am Eingang der Schilderung erwähnt wurden und auf einen Defect in der Gitterung zurückzuführen sind. Ihre seitlichen Ränder werden durch zwei kräftige Stützen gebildet, welche ab und zu noch als stachelartige Fortsätze über die Schalenoberfläche hervorragen. Wegen dieser keineswegs bei allen Individuen deutlich ausgeprägten Stachelfortsätze, deren Zahl acht beträgt, wurde die Tetrapyle von Joh. Müller Tetrapyle octacantha genannt.

Die Löcher im Gitter der Rindenschale sind sehr ungleichmässig und im Allgemeinen um so grösser, je mehr sie von der Markschale entfernt sind; die grössten finden sich daher an den Enden der Längsdurchmesser, die kleinsten in den querbrückenartigen Abschnitten. — Mit Dornen und Stacheln ist das Skelet in variabeler Weise bald mehr, bald weniger auffallend bedeckt.

Wir müssen nunmehr noch eines Theiles gedenken, der beim Weiterwachsthum der Schale eine grosse Rolle spielt, weil er allein bei der Vergrösserung derselben betheiligt ist. Von den Rändern der vier Oeffnungen verlängert sich derjenige, welcher der Querbrücke gegenüber liegt, in eine grobmaschige Gitterplatte (h), die sich wie ein Dach über die Oeffnung herüber neigt; im Ganzen sind vier solche Dächer vorhanden, die am deutlichsten zu sehen sind, wenn man das Skelet von einem Pole der Queraxe betrachtet (Fig. 5). Bei dieser Lagerung springen jederseits zwei schwachgekrümmte Gitterplatten vor, die mit ihren freien Rändern convergiren. Indem sie bei der Alterszunahme des

Thieres sich vergrössern, stossen sie schliesslich zusammen und erzeugen gemeinsam durch Verwachsung ihrer Ränder ein einziges hochgewölbtes Dach, das sich nunmehr über die beiden zur Seite der Querbrücke befindlichen Oeffnungen ausspannt (Fig. 2 a im unteren Theile). Ist die Verwachsung beiderseits eingetreten, so ist ein dritter Skeletring fertig, der zu den beiden von Anfang vorhandenen senkrecht steht und mit dem grösseren derselben eine Axe theilt, welche für ihn selbst der kleinere, für diesen jedoch der grössere Durchmesser ist und die zugleich mit dem Längsdurchmesser des gesammten Skelets zusammenfällt. Ferner sind auf diese Weise zwischen dem zweiten und dritten (neuen) Ring abermals vier Oeffnungen (e') enstanden, so dass das ganze Skelet äusserlich denselben Anblick gewährt, den es früher, um einen Winkel von 90° gedreht, besass (Fig. 5 a). Nur sind die Dimensionen viel ansehnlicher und ausserdem lässt sich bei genauerer Durchmusterung nachweisen, dass die Markschale nicht von zwei, sondern von drei Gitterringen umgeben ist.

Bei dem Ansetzen neuer Schalentheile kommen Unregelmässigkeiten insofern vor, als die Verwachsung der Dachfirsten auf einer Seite unterbleiben kann, was zur Folge hat, dass der dritte Ring an einer Stelle unterbrochen ist (Fig. 2 a); andererseits kann aber die Grössenzunahme noch weiter gehen, und der soeben geschilderte Process sich noch einmal wiederholen, indem auf's Neue überhängende Dächer entstehen, die mit einander verschmelzen. Dies war z. B. bei dem in Fig. 2, Taf. VI abgebildeten Exemplar wenigstens auf einer Seite der Fall, so dass sich hier ein unvollkommener vierter Ring fand, der mit dem ersten und kleinsten in einer und derselben Ebene lag. Es wäre nun denkbar, dass die Neubildung von Ringen mit dem Alter beständig fortschreitet; indessen wenn auch derselben durch den Charakter des Skelets keine Grenzen gezogen sind, da dieses in sich niemals zum Abschluss kommen kann, so wird doch durch die Grösse des Weichkörpers ein bestimmtes Maass vorgeschrieben, welches bei den Tetrapylen mit drei Gitterringen schon erreicht zu sein scheint. — Beim Wachsthum der Schale können sich endlich noch die Stacheln der Oberfläche vergrössern und zu Stäben verlängern, welche sich an die neugebildeten Theile ansetzen (Fig. 2); doch können solche Stützen auch fehlen und der Zusammenhang des Skelets allein durch die Ringe bedingt sein.

Von Joh. Müller sind die verschiedenen Altersstufen der Tetrapylen nicht aus einander gehalten worden; seine Darstellung bezieht sich nur auf Individuen mit zwei Gitterringen, obwohl unter seinen Abbildungen auch anderweitige Formen zu sein scheinen. Haeckel dagegen hat neuerdings Gelegenheit gehabt, den charakteristischen Wachsthumsmodus der Tetrapylen an dem von der Challengerexpedition gesammelten Material zu studiren.

Bei der vorstehenden Schilderung bin ich von der auch von Haeckel und Müller getheilten Ansicht ausgegangen, dass das Skelet der Tetrapylen sich aus dem der Haliommen ableitet, indem die Rindenschale in eigenthümlicher Weise modificirt worden ist. Zu Gunsten dieser Ansicht spricht die Existenz von Uebergangsformen, welche uns den Umbildungsprocess veranschaulichen und von mir vorläufig als Echinosphaeren zusammengefasst worden sind. Ich habe hierbei die Skelete von drei Radiolarien im Auge, die trotz vielem Gemeinsamen nicht unerheblich von einander abweichen und daher getrennt besprochen werden müssen.

Bei der ersten Skeletform ist die kleine Markschale von einer annähernd kugeligen Rindenschale umgeben, deren Gitterlöcher ungleich gross sind (Taf. VI, Fig. 1). Von den bald breiten, bald äusserst schmalen Kieselbrücken gehen zahlreiche kurze und gedrungene Dornen und Zacken aus. Die Verbindung mit der Markschale wird durch regellos vertheilte Stäbe hergestellt, die sehr kurz sind und sich ab und zu gabelig theilen, weshalb eine scharfe Unterscheidung von Rinden- und Markschale,

nicht in dem Maasse, wie bei den Haliommen, zum Ausdruck gelangt; so hängen z. B. in der Figur 1 beide Schalen namentlich auf der rechten Seite innig unter einander zusammen.

Die mit sehr langen (in der Abbildung nicht ganz ausgezeichneten) Stacheln bedeckte Rindenschale des zweiten Exemplars (Taf. IV, Fig. 8) ist in einer Richtung etwas abgeplattet, was zur Folge hat, dass zwei ihrer Seiten der Markschale mehr genähert und mit derselben durch kurze Radialstäbe fester verbunden sind, als die übrigen, wie dies besonders auf dem optischen Durchschnitt der Schale schön zu sehen ist (Fig. 8 a). Zwischen den eingedrückten Abschnitten und dem Rest der Schale ist die Gitterung unterbrochen, so dass schon vier grosse Oeffnungen (e) deutlich hervortreten.

Noch mehr nähert sich den Tetrapylen in der Beschaffenheit des Skelets ein drittes Exemplar, das auf seiner Oberfläche ebenfalls reichliche kürzere und längere Stacheln trägt (Taf. VI, Fig. 3). Auf der einen Seite sind hier schon unverkennbar zwischen einer der Markschale dicht aufliegenden Gitterbrücke und den weiter abstehenden Theilen der Rindenschale zwei grosse Oeffnungen vorhanden; auf der anderen Seite dagegen (Fig. 3 a) besitzt das Skelet seine normale Kugelform, die dadurch nicht beeinträchtigt wird, dass sich hier ein grosser runder, in seiner Lagerung den Tetrapyleöffnungen nicht vergleichbarer Schalendefect befindet. Sehen wir uns die Markschale an, so ist dieselbe überall gut begrenzt und hängt mit der Rindenschale durch relativ lange Radialstäbe zusammen; nur auf der tetrapyleartig beschaffenen Seite ist sie mit dieser in engere Verbindung getreten.

In dieser durch die drei Echinosphaeren veranschaulichten Weise lässt sich Schritt für Schritt verfolgen, wie das Skelet der Tetrapyle octacantha aus dem eines Haliomma entstanden ist. Das wichtigste Moment bei dieser Umwandlung ist darin gegeben, dass auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten (den Seiten der vier Oeffnungen) die Rindenschale im Wachsthum zurückbleibt und daher einen kleinen Durchmesser besitzt, während sie sich in der zu diesem Durchmesser senkrecht stehenden Axe besonders stark ausdehnt. Die Folge hiervon ist, dass die Gitterspangen des am stärksten und des am schwächsten entwickelten Abschnitts der Schale nicht auf einander stossen, sondern dass erstere sich dachartig über letztere hinüberlegen und mit ihnen gemeinsam eine Oeffnung umschliessen. Dies letztere bedingt nun weiterhin das in sich nicht zum Abschluss kommende Wachsthum der Schale in senkrecht auf einander stehenden Meridianen, welches unter den Radiolarien allein bei den Tetrapylen nachweisbar ist.

Verschiedene Grösse der Radien der Rindenschale und eine hiermit sich combinirende ungleichmässige Ausbildung des Gitterwerks liegt nun nicht allein den Skeleten der Tetrapylen, sondern auch denjenigen der Lithelien zu Grunde. Beide Gattungen unterscheiden sich jedoch dadurch, dass bei der ersten auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten das Schalenwachsthum ein geringeres ist, wodurch bilateral symmetrische Skeletformen erzeugt werden, während bei der zweiten nur eine Seite betroffen ist, was dann unter gleichzeitiger Mitwirkung anderweitiger Momente zu spiralen Schalen führt.

Von den Lithelien, bei welchen die Rindenschale die genannte Umgestaltung erfährt, habe ich zwei Arten beobachtet, von welchen die eine, der L. primordialis, uns den Process in seinen Anfängen, die andere mit Haeckel's L. alveolina wahrscheinlich identische Art ihn weit fortgeschritten erkennen lässt. Das einzige von mir aufgefundene Skelet des Lithelius primordialis ist in der Figur 4, Tafel VI dargestellt, das eine Mal von der Oberfläche, das andere Mal auf dem optischen Durchschnitt gesehen, wobei beidesmal die langen zackigen, auf der Oberfläche stehenden Stacheln der Raumersparniss halber weggelassen worden sind. Auf dem Durchschnittsbild (Fig. 4 a), welches zur Orientirung am geeignetsten ist, gewahrt man central die kleine, aus wenigen Maschen zusammen-

gesetzte Markschale und rings um sie herum die spiralig umgewandelte Rindenschale, deren Radius auf der rechten Seite sehr klein ist und von hier aus allmählig zunimmt — in dieser allmähligen Zunahme ist ein wichtiger Unterschied im Vergleich zu den Tetrapylen zu verzeichnen — bis er an dem Punkt, von dem wir ausgegangen sind, also nach einer vollkommenen Umkreisung der Markschale, etwa doppelt so gross geworden ist. Da das Gitter hier nicht auf einen ihm entgegenstehenden Theil trifft, dehnt es sich weiter aus und bildet bei dem unserer Beschreibung zu Grunde liegenden Exemplar einen zweiten Umlauf, nach dessen Beendigung es mit einem freien Rand endigt. Zwischen der Markschale und der ersten Spiralwindung und zwischen dieser und der zweiten Spiralwindung verlaufen radiale Stäbe, die zum Theil sich in die Stacheln verlängern.

Bei der Flächenansicht (Fig. 4) ist die Markschale von der Rindenschale ganz verdeckt; das Gitter der letzteren, von unregelmässigen runden oder ovalen Löchern durchbohrt, tritt auf der rechten Seite, anstatt hier in sich zurückzulaufen, continuirlich in die äussere Spiralwindung über, wobei seine Löcher an Grösse zunehmen. Der zweite, im vorliegenden Falle weit geöffnete Gang schliesst sich später wahrscheinlich ebenfalls zu einer Art Gitterkugel ab, in welcher nur eine Oeffnung auf der rechten Seite übrig bleibt, gleichwie auf einem bestimmten Entwicklungsstadium im ersten Spiralgang eine solche Oeffnung an der entsprechenden Stelle bestanden haben muss. Für ein derartiges Weiterwachsthum des Skelets lässt sich namentlich geltend machen, dass die auf der Oberfläche des Skelets stehenden Stacheln seitliche Fortsätze abgeben, welche, wie man nach den bei anderen Radiolarien gemachten Erfahrungen annehmen kann, später sich mit dem Rand des sich ausbreitenden Gitters verbinden.

Die zweite Art, Lithelius alveolina (in Taf. VI, Fig. 6 auf dem optischen Durchschnitt gesehen), unterscheidet sich von der beschriebenen durch eine grössere Anzahl an und für sich nicht bedeutsamer Charaktere. Obwohl der Körper der beobachteten Exemplare einen geringeren Durchmesser besass, war doch die Zahl der Windungen eine grössere, nämlich drei, die Zwischenräume der einzelnen Windungen dem entsprechend um Vieles kleiner. Die mit Stacheln besäte Gitterlamelle, deren Oeffnungen hinter denen des L. primordialis an Grösse zurückstanden, war nahezu vollständig zu einer Kugel abgeschlossen, die nur zwei Mündungen zeigte, eine am Ende des spiralen Ganges, die andere, offenbar bestimmt, sich später noch zu schliessen, der ersteren gerade gegenüber.

Den spiralen Bau der Schale kann man natürlich nur bei einer bestimmten Lagerung erkennen; in jeder anderen Lagerung erhält man entweder verworrene Bilder oder man bekömmt sogar den Eindruck concentrisch in einander geschachtelter Kugeln. Dies letztere ist dann der Fall, wenn die Axe, um welche die Schale spiral aufgerollt ist, zur Axe des Mikroskops senkrecht steht; ein Gleiches lässt sich, wenn auch weniger deutlich, am Skelet des L. primordialis beobachten.

Von der hier vorgetragenen Auffassung der Lithelidenschalen weicht Haeckel in sehr beträchtlicher Weise ab; nach ihm besteht eine jede Skeletkugel aus über einander gelagerten Stockwerken, jedes Stockwerk wiederum, welches für sich schon einer Discospiridenschale gleicht, aus lauter einzelnen, in einer Spirale angeordneten Kammern; das Ganze ist kugelig oder ellipsoid abgerundet und von einem Gittermantel umgeben. Das Bild eines in der Spirale erfolgenden Aufbaues der Schale entsteht, wenn man senkrecht auf die einzelnen Stockwerke sieht; dagegen erhält man eine concentrische ringförmige Anordnung der Skelettheile, wenn man die Schale um einen Winkel von 90° dreht. Hier offenbart sich nun das Irrthümliche in Haeckel's Auffassung, denn nach derselben sollte man anstatt concentrischer Ringe parallel über einander gelagerte Böden erwarten, von denen einer, der äquatoriale, am grössten ist, während die übrigen, von demselben aus gerechnet, nach den beiden

Polen des Skelets zu allmählig an Grösse abnehmen müssten. Ein weiterer Punkt, in welchem ich Haeckel nicht beistimme, ist die Annahme, dass die Elementartheile des Skelets von einzelnen Kammern gebildet werden. Was Haeckel als Kammern bezeichnet, ist der Raum, der, zwischen zwei Spiralwindungen gelegen, nach rechts und links durch zwei Radialstäbe umgrenzt wird. Dieser Raum ist jedoch nur in radialer Richtung durch die Spiralwindungen abgeschlossen, in tangentialer Richtung dagegen nahezu allseitig offen.

II. Der Weichkörper der Dyssphaeriden.

Die beim Studium des Skelets sich ergebende nahe Verwandtschaft der Gattungen Tetrapyle, Echinosphaera und Lithelius äussert sich in noch höherem Maasse in der Beschaffenheit des Weichkörpers, welcher überall so gleich gestaltet ist, dass man nach ihm allein schon die systematische Zusammengehörigkeit der beschriebenen Formen behaupten könnte. Da er sich zugleich vom Weichkörper der Sphaerideen wie der nächsten Familie, der Disciden, in sehr wesentlichen Punkten unterscheidet, so bietet er ein vortreffliches Merkmal, welches es uns ermöglicht, selbst an Glycerinpräparaten, an denen das Skelet unsichtbar ist, die Dyssphaeriden heraus zu erkennen.

Die Form der Centralkapsel, welche die Markschale und meistentheils auch einen grossen Theil der Rindenschale umschliesst, ist eine sehr variable, da sie von der so wechselvollen Gestalt des Skelets abhängig ist; sie ist gewöhnlich in der Richtung des kleinsten Durchmessers der Rindenschale zusammengedrückt und tief eingezogen an den Stellen, wo diese gering entwickelt ist oder wo von ihr stärkere radiale Stäbe, sei es nach innen zur Markschale, sei es nach aussen zu einem ihrer weiter peripher gelegenen Theile verlaufen; es verleiht dies ihrer Oberfläche ein mehr oder minder gelapptes Ansehen (Taf. IV, Fig. 7 u. 8 a; Taf. VI, Fig. 1 a). Bei den Tetrapylen finden sich häufig zwei Einschnürungen, entsprechend den gegitterten Querbrücken des Skelets zwischen den vier Oeffnungen; bei den Echinosphaeren dagegen ist nur eine solche Einschnürung vorhanden. Die Gestalt der Centralkapsel muss übrigens sich bei demselben Thier auf verschiedenen Phasen der Entwicklung verändern, da ja beim Wachsthum des Skelets der grösste Durchmesser desselben seine Lage wechselt. Eine Centralkapselmembran ist sehr deutlich nachzuweisen, meist als eine doppelt contourirte Umhüllung, die an Glycerinpräparaten sich ringsum abhebt und nur an den eingeschnürten Stellen mit dem Inhalt in Zusammenhang bleibt (Taf. VI, Fig. 1 a).

Das die Centralkapsel erfüllende rothe oder rothbraune Protoplasma, dessen Körnchen seltener als bei den Sphaerideen radial angeordnet sind, enthält ausser kleinen hin und wieder vorkommenden Oelkugeln nur einen constanten Einschluss, den für alle Dyssphaeriden sehr charakteristischen Kern. Derselbe, eine homogene Masse, in welcher nur selten Nucleoli differenzirt sind (Taf. IV, Fig. 7), nimmt das Centrum des ganzen Körpers ein; da die hier befindliche Markschale, beim erwachsenen Thiere wenigstens, zu klein ist, um seine Substanz zu bergen, treibt er durch die Gittermaschen Fortsätze, die ausserhalb zu dicken Lappen anschwellen. Bei den Tetrapylen besteht er gewöhnlich aus drei Lappen, von denen der eine in der Markschale, die beiden anderen zwischen dieser und dem angrenzenden Theil der Rindenschale liegen (Fig. 7); bei den Lithelien dagegen ist er mit vielen kleinen Höckern besetzt; bei einer der Echinosphaeren endlich war er noch sehr einfach gestaltet als ein ovaler eingeschnürter Körper (Taf. VI, Fig. 1 a). Da die aus den Gittermaschen hervortretenden Lappen nie unter einander verschmelzen, kömmt auch die Markschale nicht in das Innere des Kerns zu liegen, wodurch die Dyssphaeriden sowohl von den Sphaerideen als den Disciden abweichen.

Von den Theilen des extracapsulären Weichkörpers ist die Sarkode wenig, die Gallerte reichlich entwickelt; letztere umhüllt das Skelet mit Ausnahme der langen, über das Skelet weit hervorstehenden Stacheln vollständig.

8. Die Familie der Disciden.

Viele Radiolarien erhalten durch die scheibenförmige Abplattung ihres Körpers ein sehr charakteristisches Aussehen, an dem sie leicht erkannt werden können und wegen dessen sie auch von Haeckel unter dem recht bezeichnenden Namen der Disciden zusammengefasst wurden. Sie stellen eine in hohem Maasse einheitliche Familie dar, deren Zusammengehörigkeit sich nicht allein durch die Gleichartigkeit der Erscheinung begründen lässt, sondern um so deutlicher hervortritt, je mehr wir in die feinere Anatomie des Skelets und der Weichtheile eindringen.

Ihre Nächstverwandten besitzen die Disciden in den Dyssphaeriden und sind durch diese auch mit den Sphaerideen verknüpft, welche zweifellos als die Grundformen angesehen werden müssen, aus denen beide Familien hervorgegangen sind. Den Uebergang bildet die Gattung Lithelius; die bei denselben in ihren Anfängen so schön zu verfolgende Umwandlung der Sphaeroidschale in eine spiralige Schale ist bei den Disciden so weit gediehen, dass der Bau ihres Skelets ohne Kenntniss dieser Uebergangsformen unvermittelt dastehen und unverständlich sein würde.

Innerhalb der Familie unterschied Haeckel drei Unterfamilien, die Discospiriden, Trematodisciden und Coccodisciden, welche ich beibehalte, obwohl ich den bei der Charakteristik gewählten Eintheilungsprincipien nicht beistimme. Nach Haeckel sollen nämlich die Kammern, aus denen das Skelet der Disciden besteht, bei den Discospiriden spiralig angeordnet sein, bei den beiden anderen Unterfamilien dagegen concentrische Kreise erzeugen. Dem gegenüber will ich schon jetzt gleich hervorheben, dass der spirale Bau für die ganze Familie typisch ist und sich in den drei Unterfamilien nur in verschiedener Weise äussert.

I. Das Skelet der Disciden.

Die Untersuchung des Skelets stösst bei den Disciden auf grössere Schwierigkeiten als bei irgend einem anderen Radiolar. Die zu dünnen kreisrunden Scheiben abgeplatteten Schalen haben einen verwickelten Bau und bestehen meist aus vielen über einander liegenden Theilen, die um so schwerer aus einander zu halten sind, als sie in Folge der Abplattung des Körpers nur durch schmale Zwischenräume getrennt werden. Ihre Gestalt bringt es ferner mit sich, dass sie sich gewöhnlich nur von ihrer breiten Fläche präsentiren, dass sie dagegen nur mit Mühe auf die Kante gestellt werden können; und doch ist gerade die Seitenansicht für das Verständniss von der grössten Wichtigkeit. Zu alledem gesellt sich noch die grosse Undurchsichtigkeit, die zum Theil durch die massive Beschaffenheit der einzelnen Skeletplatten, zum Theil durch ihre dichte Aneinanderlagerung bedingt ist, und namentlich bei den auf die Kante gestellten Scheiben störend wirkt. Um diesem Uebelstand zu begegnen, muss man bei der Untersuchung der mit kochender Schwefelsäure gereinigten Schalen ein mit Wasser verdünntes Glycerin anwenden, dessen Concentration so zu bemessen ist, dass es das Untersuchungsobject nicht zu durchsichtig macht. In reinem Wasser sind die Schalen ganz trüb und schwarz; auch in Canadabalsam und Nelkenöl werden sie nicht genügend aufgehellt, da beide Einschlussmittel, namentlich das letztere, fast ebenso viel zu stark, als das Wasser zu schwach lichtbrechend ist. Immerhin

ist die Untersuchung in Nelkenöl von Wichtigkeit, da manche Theile, wie zum Beispiel die optischen Durchschnitte der spiralen und cyclischen Scheidewände und die radialen Stäbe, in dieser Weise am schärfsten hervortreten; auch kann man die undurchsichtigeren Partien des Skelets durch Zusatz von absolutem Alkohol aufhellen, da dieser mit Nelkenöl sich mischt, das Lichtbrechungsvermögen desselben herabsetzt und dem des Kieselskelets annähert.

Die Skelete der Discospiriden und Trematodisciden, welche zunächst besprochen werden sollen, werden nach Haeckel von zwei kreisrunden Platten gebildet, die entweder parallel gestellt oder gegen einander gewölbt sind und dem entsprechend entweder einen scheibenförmigen oder biconvexen Raum umschliessen. Die Platten werden unter einander durch Septen verbunden, die sich bei den Discospiriden und Trematodisciden verschieden verhalten. Bei den Discospiriden beginnt ein Septum im Mittelpunkt der Schale und verläuft in spiralen Windungen nach der Peripherie. Der zwischen den einzelnen Umgängen liegende, dem Binnenraum eines Schneckengehäuses vergleichbare Raum wird durch radiale Septen eingetheilt, deren Zahl mit jeder Windung von innen nach aussen in demselben Maasse zunimmt, als die Windungen grösser werden. So entstehen viele im Allgemeinen gleichgrosse Kammern, die mit einer central gelegenen beginnen und sich in einer Spirale, die sich in einer Ebene ausbreitet, an einander reihen. Häufig verlängern sich hierbei die Scheidewände der letzten Windung über den Rand der Schale hinaus in radiale Stacheln, durch deren Besitz sich die Gattung Stylospira von der Gattung Discospira unterscheidet.

Bei der zweiten Unterfamilie, den Trematodisciden, sind die Radialsepten in gleicher Weise wie bei den Discospiriden beschaffen, dagegen findet sich an Stelle des spiralen Septum eine Anzahl ringförmiger Scheidewände, welche concentrisch um die innerste Kammer angeordnet sind. Die durch die radialen und ringförmigen Septen abgetheilten Kammern sind in Folge dessen nicht spiralig, sondern in concentrischen Kreisen gestellt. Der Rand der Scheibe ist entweder glatt (Trematodiscus) oder mit Stacheln besetzt (Stylodictya) oder in armartige, ebenfalls gekammerte Fortsätze ausgezogen (Euchitonia, Rhopalastrum etc.).

Die beiden „Deckplatten" sind in beiden Familien von rundlichen Löchern durchbohrt, welche bei manchen Arten von gleicher, bei anderen von verschiedener Grösse sind. Auf die Deckplatte einer Kammer kommen gewöhnlich 2—3 Löcher, die nicht selten so vertheilt sind, dass ein Loch zwei benachbarten Kammern zugleich angehört und dann entweder gerade über einem radialen oder über einem kreisförmigen, resp. spiralen Septum liegt.

Den Bau der Septen hat Haeckel nicht genügend aufhellen können; anfänglich war er der bei der Ausarbeitung des allgemeinen Theils noch vertretenen Ansicht, dass sie sehr mangelhaft sind und die einzelnen Kammern daher sowohl in tangentialer als radialer Richtung unvollständig von einander trennen, weshalb sie auch als radiale und spirale Balken bezeichnet werden; er hielt es für wahrscheinlich, „dass in der Regel mehrere Löcher in dem einer einzelnen Kammer entsprechenden Theil sowohl jeder radialen als jeder cyclischen Scheidewand existiren. Jedoch schienen ihm sehr häufig sowohl die ersteren als die letzteren Septa sich eher wie die unvollkommenen Gliedersepta der Cyrtiden zu verhalten; es sah nämlich oft aus, als ob zwischen den beiden Deckplatten sowohl die radialen als die spiralen Balken frei in der Mittelebene verliefen und durch eine Anzahl verticaler Stäbchen (unterbrochene Septahälften) sowohl mit der oberen als der unteren Platte verbunden wären; dann würden also zwei und nicht eine Reihe von Löchern in jedem Septum verlaufen." In dem beträchtlich später ausgearbeiteten speciellen Theil hat Haeckel auf Grund fortgesetzter Untersuchungen

die hier referirte Ansicht verlassen und erklärt nunmehr die Septen für „wirkliche durchbrochene Scheidewände oder Gitterblätter gleich den Kammerwänden der Polythalamien".

Als eine in ihrem Wesen nicht genügend aufgeklärte Besonderheit mancher Trematodisciden hebt Haeckel endlich noch hervor, dass ihr Skelet „gleichsam aus zwei oder mehreren auf einander geschichteten und mit ihren Flächen unter einander verwachsenen Discoidschalen zusammengesetzt sei. Wenn nur zwei solche Stockwerke über einander liegen, welche also zwei verwachsenen Discoidschalen entsprechen würden, sollen sich diese zu den einfachen Disciden wie Amphisorus zu Sorites unter den cyclischen Polythalamien verhalten. Sowohl wenn zwei, als wenn mehrere Schichten über einander lagen, schienen die Kammern aller Stockwerke durch horizontale Oeffnungen (die Löcher der zwischen die beiden Deckplatten eingeschobenen porösen und parallelen Schaltplatten) unter einander offen zu communiziren."

Von den Disciden, welche ich in Messina beobachten konnte, habe ich nur sechs Arten auf die Beschaffenheit des Skelets genauer untersucht, glaube aber, dass die hierbei gemachten Erfahrungen zu einer Beurtheilung auch der übrigen Discidenskelete genügen. Von den sechs Arten standen vier in einem eigenthümlichen Verhältniss zu einander, indem jedesmal zwei derselben bei oberflächlicher Betrachtung einander sehr ähnlich waren, dadurch aber von einander abwichen, dass die eine Form zweifellos den Trematodisciden angehörte, die andere dagegen sich den Discospiriden annäherte. Die beiden Trematodisciden waren die Stylodictya arachnia und St. quadrispina; die beiden den Discospiriden sich nähernden Parallelarten dagegen kann ich mit keiner der von Haeckel beschriebenen Discospiriden identificiren, sondern bin vielmehr der Ansicht, dass sie von ihm für Trematodisciden gehalten und von der Stylodictya arachnia und St. quadrispina nicht unterschieden worden sind. Bei der Schilderung der St. arachnia hebt nämlich Haeckel die grosse Tendenz zur Bildung von Varietäten hervor und erwähnt bei der Besprechung der wichtigsten derselben, dass die Scheibe der Stylodictya bald abgeplattet, bald biconvex sei. Die Verschiedenheit der äusseren Form gewinnt nun dadurch an Bedeutung, dass sie sich mit einer nur bei der Kantenlage der Schale wahrnehmbaren Verschiedenheit des Baues combinirt, die mich bestimmt, zunächst wenigstens die beiden Varietäten generisch zu trennen. Die biconvexen Formen der St. arachnia und St. quadrispina sind allein ächte Trematodisciden, die beiderseits platten Formen sind dagegen eher zu den Discospiriden zu rechnen und sollen im Folgenden als Stylospira quadrispina und Stylospira arachnia bezeichnet werden.

Von den beiden noch übrigen Arten ist die eine die Stylodictya multispina, die andere dagegen eine neue Form, welche den Euchitonien am nächsten steht und Amphibrachium rhopalum heissen mag.

Das Skelet der Stylospira arachnia (Taf. VI, Fig. 8) (oder der von parallelen Deckplatten begrenzten Varietät der Stylodictya arachnia Haeckel's) ist eine Scheibe, von deren Rand etwa 14 Stacheln entspringen. Vier Stacheln sind nahezu über's Kreuz gestellt, die übrigen sind unregelmässig vertheilt und stehen zum Theil hinter jenen an Stärke zurück; sie sind ungefähr so lang wie der Radius der Scheibe (in der Figur sind sie nicht ausgezeichnet), pfriemenförmig und häufig etwas verbogen. Von der Fläche betrachtet verlängern sich die Stacheln in radialer Richtung in's Innere des Skelets und werden hier zu den Gebilden, welche von Haeckel mit Unrecht als Radialsepten gedeutet wurden, im Folgenden dagegen als die durchgehenden Radialstäbe bezeichnet werden sollen. Denn die Stacheln verbreitern sich im Innern der Scheibe nicht zu Scheidewänden, sondern behalten den Charakter drehrunder stabförmiger Körper bei, die genau in der Mitte zwischen den beiden Deckplatten verlaufen, wie man dies am schönsten auf dem optischen Querschnitt der Scheibe sieht (Fig. 8 a).

Die vier über das Kreuz gestellten und noch weitere zwei andere Stäbe dringen bis in das Centrum vor und enden hier an der Wand der sogenannten centralen Kammer, welcher die morphologische Bedeutung einer Markschale zukömmt, alle übrigen hören an der die Markschale umgebenden spiralen Scheidewand früher auf, einige lassen sich überhaupt nicht continuirlich verfolgen, sondern sind unterbrochen, indem sie zwischen zwei Umgängen der Scheidewand fehlen, um im nächsten Interstitium wieder zu beginnen. Ausser den die Verlängerung der Stacheln bildenden durchgehenden Radialstäben kommen noch kurze Radialstäbe vor, die nur zwei Umgänge des Spiralseptum verbinden, von hier aus aber weder central noch peripher weiter verfolgt werden können; sie sind im Allgemeinen selten und unregelmässig zerstreut.

Im Gegensatz zu den Radialstäben ist das spirale Septum in der That eine Scheidewand, durch welche der Schalenraum eine Eintheilung erfährt. Dasselbe macht, wenn man das Skelet genau von der Fläche betrachtet (Fig. 8 b), nicht den Eindruck einer Spirale, ebenso wenig freilich den Eindruck zahlreicher concentrischer Kreise, wie sie für die Trematodisciden charakteristisch sind, vielmehr besitzt es folgende eigenthümliche Anordnung. Im Centrum des Körpers liegt die innerste Kammer oder die Markschale; der dieselbe zunächst umgebende Theil des Septum beginnt in einiger Entfernung an einem der vier durchgehenden Radialstäbe, kehrt aber nach beendigtem Umlauf nicht an denselben Punkt zurück, sondern hört ein wenig weiter nach der Peripherie zu am gleichen Radialstab auf. Die zweite Windung führt die erste nicht direct fort, wie es bei einer Spirale sein müsste, sondern fängt selbständig von Neuem an, ungefähr von dem Ende der ersten Windung gleichweit entfernt, wie dieses vom zugehörigen Anfang; im Uebrigen ahmt sie die erste Windung in ihrer Verlaufsweise vollkommen nach. Indem sich dieselben Verhältnisse noch zwei- bis dreimal wiederholen, wird die Markschale von 4—5 Windungen umgeben, welche weder concentrische Kreise, noch eine zusammenhängende Spirale bilden, sondern zwischen den beiden Anordnungsweisen die Mitte halten.

Das geschilderte Bild einer reinen Flächenansicht ändert sich sofort, wenn man die Scheibe, was freilich nur mit Mühe gelingt, schräg stellt, so dass die eine Hälfte tiefer liegt als die andere; man erhält hierbei regelrechte concentrische Kreise, wenn die Scheibenhälfte, welcher die Anfänge und die Enden der Windungen angehören, höher steht; ist das Gegentheil der Fall, so fliesst das Ende der einen Windung in den Anfang der nächsten über und es resultirt eine völlig regelrechte Spirale, die in einiger Entfernung von der Markschale beginnt und mit 4—5 Windungen dieselbe umkreist (Fig. 8). Wir sehen somit, dass die Discospira arachnia auf der Grenze des spiralen und des cyclischen Discidentypus steht, und es wird begreiflich, dass Haeckel diese undeutlich ausgeprägte Spirale für eine concentrische Anordnung hat halten können. Wenn ich im Gegensatz zu ihm die besprochene Form zu den Discospiriden rechne, so werde ich hierzu durch einige später zu erörternde Punkte veranlasst.

In ihrem feineren Bau stimmen die Septen mit den Gitterschalen der Dyssphaeriden überein und sind Kiesellamellen, welche von rundlichen oder ovalen, grösseren und kleineren Oeffnungen durchbrochen sind und die beiden Deckplatten der Scheibe unter einander verbinden. In dieser Weise sieht man sie namentlich bei der Kantenlage des Skelets, bei welcher man sie von ihrer Fläche aus betrachtet. Am schönsten zeigt sich hier das den Schalenrand bildende Septum der letzten Windung (Taf. VI, Fig. 9); desgleichen ist unter ihm auch noch die nächstfolgende, mit ihm durch radiale Stäbe zusammenhängende Scheidewand, deren Löcher im Allgemeinen kleiner sind, bei tieferer Einstellung deutlich zu erkennen, während alle übrigen um so unbestimmter contourirt werden, je mehr sie sich dem Mittelpunkt nähern. Bei der Flächenansicht der Schale ergeben die Septen dasselbe Bild, wie die optischen Querschnitte der Gitterkugeln: doppelte Contouren und darüber hellglänzende, in un-

gefähr gleichen Abständen vertheilte Stellen, welche den senkrecht aufsteigenden Gitterbälkchen entsprechen.

Die beiderseitigen Deckplatten erscheinen bei der Flächenansicht wie zwei einfache Lamellen mit kreisrunden, nach dem Centrum hin kleiner werdenden, sonst aber gleich grossen Löchern, welche der Art vertheilt sind, dass je 2—3 auf die Breite des äussersten Spiralgangs und 1—2 auf die nächstfolgenden kommen. Hierbei kann es sich ereignen, dass einige der Löcher unmittelbar über den Septen liegen, wie dies schon Haeckel angegeben hat.

Das Centrum der Scheibe ist undurchsichtiger als der periphere Theil und lässt nicht allein die beschriebene, in der Peripherie ausschliesslich vorhandene Gitterung der Deckplatten wahrnehmen, sondern noch zwei weitere Gitterplatten, welche erst bei tieferer Einstellung zum Vorschein kommen. Die Oeffnungen derselben sind beträchtlich kleiner, am kleinsten wiederum in der am meisten nach dem Centrum gelegenen Platte; zwischen ihnen sind hellleuchtende Kreise sichtbar, die als die Durchschnitte radialer, die Deckplatten verbindender Stäbe gedeutet werden müssen.

Ueber das Lageverhältniss, welches die beiden Deckplatten, die unter ihnen befindlichen Gitterplatten und die Septen zu einander einnehmen, orientirt man sich am besten, wenn man die Schale auf die Kante stellt und ihren durch den Mittelpunkt verlaufenden optischen Durchschnitt betrachtet, was nur bei Aufhellung in nahezu concentrirtem Glycerin möglich ist (Fig. 8 a). In der Mitte des Durchschnitts, der nach zwei Seiten von ziemlich parallelen Linien begrenzt wird und sich aus einer grossen Zahl getrennter Abschnitte zusammensetzt, liegen drei concentrisch in einander geschachtelte Gitterschalen, von denen die innerste kugelig, die beiden anderen eiförmig sind. Erstere ist die Markschale oder die sogenannte innerste Kammer; die ovalen Hohlkörper dagegen entsprechen der zweiten und dritten Windung der Flächenansicht. Unter einander stehen sie durch radiale Stäbe in Verbindung, von denen jederseits einer der Scheibenfläche parallel durch die angrenzenden Kammern bis zu dem am Rand frei hervortretenden Stachel verläuft. Von diesen zwei „durchgehenden Radialstäben" sind die übrigen durch grössere Zwischenräume getrennt, als von einander, indem sie selbst sehr dicht gedrängt sind. Sie setzen sich entweder unter einem rechten oder einem spitzen Winkel an die platten Flächen der Scheibe an und sind zahlreicher zwischen der äussersten und mittleren ovalen Schale, als zwischen dieser und der Markschale. Ich brauche wohl kaum besonders zu erwähnen, dass die Radialstäbe bei der Flächenansicht als helle Kreise erscheinen und dass die drei Schalen mit den drei beim Wechsel der Einstellung successive sichtbar werdenden Gitterplatten identisch sind.

An den bisher beschriebenen, im Ganzen oval gestalteten Kern der Schale schliessen sich beiderseits drei kammerartige Abschnitte an, zu denen sich auf der einen Seite noch ein vierter oder der Ansatz zu einem vierten gesellen kann. Jeder derselben wird nach oben, unten und aussen von einer eigenen Gitterlamelle begrenzt und benutzt nach innen als Septum die äussere Wandung der vorhergehenden Kammer; durch alle hindurch erstreckt sich der in den Radialstachel übergehende Stab.

Aus der Betrachtung des optischen Durchschnitts geht hervor, dass die beiden Decken der Schale nicht continuirliche Platten sind, sondern sich aus lauter Einzelabschnitten zusammensetzen, von denen der innerste bis zur zweiten Windung reicht, jeder folgende einer einzelnen Windung entspricht. Dagegen bildet je ein Septum mit den centralwärts angrenzenden Abschnitten der Deckplatten eine Einheit, indem sie gemeinsam das gewölbte Dach eines Spiralgangs erzeugen.

Wie erklärt sich nun der beschriebene Schalenbau? — Der Kern des Skelets besteht aus drei Gitterschalen, von denen die innerste, die Markschale, eine Kugel für sich ist, die beiden äusseren aber, wie das Flächenbild lehrt, unter einander zusammenhängen, indem bei einer bestimmten

Lagerung die Wandung der einen sich in die der anderen fortsetzt. Wir haben somit hier ganz dieselben Verhältnisse vor uns, wie bei der Gattung Lithelius, die daher wohl auch in gleicher Weise entstanden sind. Wie bei dem Lithelius, würde dann die Structur auf zwei Kugeln zurückzuführen sein, von denen die äussere an einer Stelle einen grösseren Radius besitzt und in Folge dessen die Partien mit kleineren Radien in spiraler Richtung umwächst. Auf diese Weise sich vergrössernd erzeugt die Rindenschale gleichsam eine zweite Kugel, deren Gitterwerk aber an einer Stelle continuirlich in das ihr selbst angehörige übergeht.

Noch leichter verständlich ist der vom Kern aus nach der Peripherie zu gelegene Schalenrest. Wie die erste Gitterschale, so kommt auch die zweite Gitterschale nicht in sich zum Abschluss, sondern wächst in der Spirale weiter; anstatt dass aber der auf diese Weise entstehende Theil die älteren Theile ringsum einhüllt, ist er nur auf einer Seite entwickelt und nimmt die Gestalt eines in einer Ebene aufgerollten Planorbisgehäuses an. Der Umstand, dass das Septum nicht bei der Flächenansicht, sondern nur bei einer bestimmten Neigung des Skelets eine Spirale bildet, muss wohl so erklärt werden, dass die Ebene, in welcher die Aufrollung Statt gefunden hat, nicht mit der Ebene, in welcher die Schale abgeplattet ist, zusammenfällt.

Wenn die hier gegebene Auffassung richtig ist, dann lässt sich die Schale der Stylospira arachnia ohne weiteres auf den Bau eines Haliomma zurückführen; dann ist sie aequivalent einem Skelet aus zwei in einander gesteckten Gitterkugeln, von denen die Rindenkugel dadurch abgeändert wurde, dass sie zunächst ihren regelmässigen Charakter verlor, dass ein Theil darauf stärker entwickelt den Rest umwuchs und das Ganze schliesslich eine Abplattung erfuhr.

S t y l o s p i r a q u a d r i s p i n a unterscheidet sich von der St. arachnia nur unwesentlich im Bau des Skelets. Die Verschiedenheiten lassen sich kurz in folgenden Punkten zusammenfassen. 1) Im Ganzen sind nur vier Radialstäbe und Radialstacheln vorhanden und zwar die vier über das Kreuz gestellten, meist sind sie kurz und überragen nur wenig den Rand. 2) Die Gitterlöcher sind von ungleicher Grösse, insofern grössere und kleinere in gleichem Cyclus neben einander vorkommen. 3) Das Spiralseptum ist ausserordentlich unregelmässig beschaffen, ist in seinem Verlauf mehrfach winkelig geknickt oder verbogen und beschreibt Windungen, die nach aussen weiter von einander abstehen als nach innen. Der spirale Charakter des Verlaufs kömmt hier öfters schon bei der reinen Flächenansicht zum Ausdruck, so dass ich anfänglich sogar einige Exemplare mit schwach ausgebildeten Radialstacheln mit der Discospira operculina H a e c k e l's identificirt habe. Andererseits kann aber die Anordnung auch so unregelmässig werden, dass man weder cyclische noch spirale Septen heraus erkennen kann.

Endlich schliesst sich an die Stylospiren noch das A m p h i b r a c h i u m r h o p a l u m an, welches in seiner äusseren Erscheinung der Gattung Euchitonia am nächsten steht. Man stelle sich vor, dass vom Centraltheil einer Euchitonia auf der einen Seite an Statt zweier Arme ein Arm ausgeht, wie er auf der entgegengesetzten Seite sich findet, und man hat das Amphibrachium rhopalum. Der Centraltheil des Skelets oder die Scheibe gleicht völlig den drei innersten Windungen einer Stylospira; von der Fläche gesehen zeigt er drei auf der einen Seite unregelmässig beschaffene Kreise, die bei leichter Neigung des Skelets in eine Spirale zusammenfliessen; auf die Kante gestellt besteht er aus zwei die Markschale umhüllenden ovalen Gitterschalen. Die beiden Arme kann man sich so entstanden denken, als wenn aus der Peripherie der Scheibe der Stylospira ein Theil beiderseits derart herausgeschnitten wäre, dass der Rest die Gestalt zweier opponirter Fortsätze besitzt. Der optische Querschnitt, welcher durch die Länge beider Arme und den Mittelpunkt der Scheibe gelegt wird, unterscheidet sich daher

in Nichts von dem entsprechenden Querschnitt durch das Skelet einer Stylospira. Stacheln fehlen, dagegen sind die radialen Septen zahlreich.

Um den Schalenbau der Trematodisciden, der zweiten Unterfamilie der Disciden, zu erläutern, gebe ich eine genauere Schilderung der Stylodictya arachnia. Dieselbe ist von der ihr ähnlich sehenden Stylospira arachnia schon äusserlich an ihrer grösseren Undurchsichtigkeit und ihrer biconvexen Gestalt zu unterscheiden. Wenn man ihre Schale in Glycerin aufhellt und von der Fläche betrachtet (Taf. VI, Fig. 7, die Abbildung stellt ein junges Thier mit Weichkörper dar), dann sind die Scheidewände streng cyclisch und viel regelmässiger als bei der entsprechenden Parallelart angeordnet und durch Zwischenräume getrennt, die nur unbedeutend von innen nach aussen an Grösse zunehmen. Ihre Zahl ist gewöhnlich vier, wozu sich dann noch ein fünftes unvollständiges, ein Drittel oder die Hälfte des Schalenumfangs umfassendes Septum gesellt; sie kann aber bis zu sieben betragen. Die radialen Stäbe sind zahlreicher, indem ausser denjenigen, welche zum Theil an der Markschale, zum Theil an dem nächsten Scheidewandring beginnen, die Scheibe durchsetzen und am Rand derselben in die 10 — 14 Radialstacheln übergehen, ziemlich häufig noch kürzere vorkommen, die nur auf einen Umlauf beschränkt sind. In ihrem Bau verhalten sich die Radialstäbe und die cyclischen Septen wie bei den Discospiriden; letztere sind Gitterplatten mit rundlichen Oeffnungen von gleichförmiger Grösse, wie namentlich für das äusserste Septum bei der Kantenlage der Schale leicht nachzuweisen ist (Taf. VI, Fig. 12). Die besonders in den centralen Partien auffallende Undurchsichtigkeit des Skelets ist dadurch bedingt, dass eine grosse Anzahl von Platten in der Richtung des kleinsten Durchmessers über einander geschichtet sind. Stellen wir auf die Oberfläche einer mit ihrer Breitseite uns zugewandten Schale ein, so erblicken wir zunächst eine Platte mit grossen Löchern, die in regelmässigen hexagonalen Figuren gestellt sind (Taf. VI, Fig. 13 a); im Mittelpunkt jedes Sechsecks findet sich eine hellleuchtende Stelle, als der optische Ausdruck eines kleinen über die Oberfläche ragenden Höckers; die einzelnen Höcker werden unter einander durch gratartige, namentlich in Nelkenöl deutliche Leisten verbunden, welche die Oeffnungen in der Gestalt von Dreiecken umgeben. Wird nun der Tubus langsam gesenkt, so lassen sich die Höcker als radiale, an Dicke zunehmende Stäbe nach abwärts bis zur folgenden Platte verfolgen, die sich im Bau von der vorhergehenden nur dadurch unterscheidet, dass die Oeffnungen kleiner, die den optischen Durchschnitten der Stäbe entsprechenden Kreise dagegen grösser geworden sind (Fig. 13 b). Dies letztere Verhältniss macht sich noch mehr bei der dritten und vierten Schalenplatte bemerkbar, deren Oeffnungen so unbedeutend sind, dass sie leicht übersehen werden können (Fig. 13 c), während die Querschnitte der Stäbe um so mehr hervortreten und nunmehr fast dicht an einander schliessen. Leicht kann es dann geschehen, dass man die letzteren für die Löcher in der Schale hält, ein Irrthum, der dadurch am einfachsten vermieden wird, wenn man langsam die Einstellung von oben nach unten verändert und die Art, wie das Bild einer Platte in das der anderen sich umwandelt, genau verfolgt.

Auf die Kante gestellt (Fig. 7 a u. 7 b) zeigt das Skelet in jeder Lage eine ovale Gestalt, aber eine wechselnde Structur in zwei auf einander senkrecht stehenden Durchmessern. Von den Enden des einen Durchmessers aus betrachtet (Fig. 7 a), besteht es aus vier Scheidewänden, welche in der Form concentrischer Ovale einen centralen Ring, den optischen Durchschnitt der Markschale, umgeben. Die Scheidewände werden in der Richtung des längeren Durchmessers der Schale durch breitere Zwischenräume, als in der Richtung des kürzeren Durchmessers von einander getrennt, was zur Folge hat, dass die von ihnen gebildeten ovalen Figuren nicht gleiche Form besitzen, sondern dass die äusseren mehr langgestreckt sind, während die inneren sich mehr einem Kreise nähern; unter einander

werden sie durch radiale Stäbe verbunden, die zum grössten Theil schon an der Markschale beginnen und bis zum Schalenumfang reichen, so dass nur wenig neue nach aussen zwischen die vorhandenen eingeschaltet werden. Die zwei in der Längsaxe des Ovals gelegenen Stäbe, welche sich in die schon bei der Flächenansicht erwähnten Stacheln verlängern, sind durch breitere Interstitien von den übrigen getrennt, welche auf der Oberfläche des Skelets nur mit kleinen Höckern enden.

Dreht man die Schale wie ein Rad um einen Winkel von 90°, so dass sie gleichwohl ihre Kantenlage beibehält, dann bleibt das Aussehen der Markschale unverändert (Fig. 7 b); dagegen bilden die Septen nicht mehr concentrische Ringe, sondern eine einzige Spirale, welche an der Markschale ihren Anfang nimmt und im Ganzen aus vier Windungen besteht, zwischen denen zahlreiche radiale Stäbe verlaufen. Die letzte Windung ist unvollständig und hört an einem Ende der ovalen Schale auf, so dass man von hier aus in das Innere des Spiralgangs hineingelangen kann. Ferner hängt hiermit zusammen, dass auf einer Seite der Markschale nur drei, auf der anderen dagegen vier Septen vorhanden sind.

Zwischen den beschriebenen Bildern zweier auf einander senkrecht stehender optischer Durchschnitte erblickt man beim Rotiren der Schale die mannigfachsten Uebergänge, bei welchen je nach der Einstellung bald mehr eine spirale, bald mehr eine cyclische Form der Septen zur Erscheinung gelangt. Dieselben Uebergangsbilder werden hervorgerufen, wenn man die Kantenlage der Schale allmählig in die Flächenlage überführt.

Den hier für die Stylodictya arachnia geschilderten Bau besitzen auch die Skelete der St. quadrispina und St. multispina; sie unterscheiden sich nur in dem Einen unwesentlichen Merkmal, dass bei der ersteren vier über das Kreuz gestellte Randstacheln vorhanden sind, während bei der letzteren die Zahl der Randstacheln etwa 20 beträgt.

Wenn wir nunmehr die Schalen der Stylodictyen mit denen der Stylospiren vergleichen, so stimmen sie in folgenden Punkten überein. 1) Beiderlei Schalen haben als centralen Kern eine kleine runde Markschale. 2) Bei beiden Schalen wird die Markschale von gitterförmig durchbrochenen Wänden umschlossen, die in einer Richtung gesehen spiralig, in allen anderen Richtungen concentrisch angeordnet sind. 3) Bei beiden Schalen werden die Wände unter einander durch radiale Stäbe verbunden, die zum Theil als Stacheln über den Rand hervortreten. Da nun die Schalen der Stylospiren sich auf die der Lithelien zurückführen lassen, so muss ein Gleiches auch für die Gattung Stylodictya gelten; auch hier sind die Wandungen nur durch Umbildung einer in der Spirale fortwachsenden Rindenschale entstanden. Da es ferner kaum bezweifelt werden kann, dass die übrigen Discospiriden und Trematodisciden sich ähnlich verhalten wie die von mir beobachteten Arten, so stehen beide Unterfamilien nicht als Vertreterinnen des spiralen und cyclischen Schalenbaues in einem ausgeprägten Gegensatz, wie ihn seiner Zeit Haeckel angenommen hat, vielmehr folgen beide dem spiralen Typus und unterscheiden sich von einander nur durch die Art, wie dieser zum Ausdruck kömmt. Wie wir gesehen haben, sind im Discidenskelet zwei Ebenen von Bedeutung, erstens die Ebene, in welcher das spirale Septum aufgewickelt ist — oder kurz die Spiralebene — und zweitens die Ebene, in welcher das Skelet abgeplattet ist, oder die Scheibenebene. Bei den Trematodisciden stehen beide genau auf einander senkrecht, bei den von mir untersuchten Discospiriden bilden sie einen sehr kleinen Winkel; bei anderen Discospiriden endlich, der durch Haeckel bekannt gewordenen Discospira helicoides und D. operculina, fallen sie zusammen, so dass die Flächenansicht der Schale hier auch zugleich die Spirale am schönsten erkennen lässt. Hierzu kömmt noch ein zweiter Unterschied. Bei den Trematodisciden umhüllt, wie bei der Gattung Lithelius, jede Spiralwindung

die vorhergehende allseitig, bei der Stylospira arachnia und St. quadrispina dagegen ist dies nur bei der ersten Windung der Fall, während die übrigen sich wie die Spiralgänge eines Schneckengehäuses an einander legen, so dass man hier einen Schalenkern und einen peripheren Theil aus einander halten muss. Wie sich in diesem Punkt Haeckel's Discospiriden verhalten, ist leider unbekannt; da jedoch ihre Schalenmitte durchsichtiger sein soll, als die der übrigen Disciden, wäre es möglich, dass der Schalenkern fehlt und dass gleich die erste Windung sich in der Schalenebene aufrollt, wie bei der Stylospira arachnia erst die späteren. Sollte sich diese Annahme bestätigen, dann würden auch in diesem Punkt die am schönsten ausgeprägten Discospiriden und Trematodisciden in einem Gegensatz stehen, der durch die von mir beobachteten Stylospiren vermittelt würde.

Was nun endlich die Coccodisciden anlangt, so kann ich aus Mangel eigener Beobachtungen nur Vermuthungen über den Bau ihrer Schalen äussern. Nach Haeckel ist hier das Schalencentrum nicht von einer Kammer (unserer Markschale), sondern von drei concentrischen, weit aus einander stehenden, durch Radialstäbe verbundenen Gitterkugeln gebildet; daraus schliesse ich, dass hier im Gegensatz zu den Trematodisciden und Discospiriden nicht zwei, sondern drei primäre Gitterkugeln vorhanden sind, dass nicht die zweite, sondern erst die dritte die spirale Umgestaltung erfahren hat; die Coccodisciden würden somit — und hierin stimme ich auch mit Haeckel überein — unter den Disciden dieselbe Stellung einnehmen wie die Gattung Actinomma unter den Ommatiden.

Die gesammte Architectonik der Discidenschale bringt es mit sich, dass dieselbe niemals in sich zum Abschluss kommen kann; wie bei den Lithelien und Tetrapylen bleiben nothwendigerweise stets freie Schalenränder erhalten, an denen eine fortschreitende Anbildung neuer Theile so lange vor sich geht, als es die Grösse des Weichkörpers erlaubt. Das Wachsthum geschieht hierbei in der Weise, dass die alten Radialstäbe sich über den Rand hinaus verlängern oder neue hier entstehen, dass von ihnen sowie von den Radialstacheln aus Kieselbälkchen hervorsprossen, die sich mit dem freien Schalenrand und den übrigen Schalentheilen verbinden.

Nach dem Vorgange von Ehrenberg und J. Müller hat Haeckel die Discoidschalen nach Bau und Wachsthum mit den Gehäusen der cyclischen Polythalamien in Parallele gesetzt; es sollen „die Coccodisciden und Trematodisciden mit den Soritiden, die Discospiriden mit den Nautiloiden und insbesondere den Operculinen in Eigenthümlichkeiten der Skeletstructur wesentlich übereinstimmen". „Die Analogie solle sich soweit verfolgen lassen, dass man, wenn man von der Verschiedenheit des Schalenmaterials und von dem Fehlen der Centralkapsel bei den Polythalamien absehe, versucht sein könne, die Grenze zwischen Polythalamien und Radiolarien hier für aufgehoben zu erklären und einen continuirlichen Uebergang zwischen beiden Ordnungen herzustellen." Dieser Anschauung wird durch die oben zusammengestellten Untersuchungsresultate widersprochen, welche sehr wesentliche Unterschiede zwischen den Gehäusen der Foraminiferen und Disciden ergeben haben. Erstens existiren in den fertigen Discoidschalen weder Kammern noch überhaupt Bildungen, die irgend welche Analogien mit den Kammern der Polythalamien böten. Zweitens sind die Ausgangspunkte und dem entsprechend auch die Wachsthumsarten der Schalen in beiden Fällen verschieden. Wie ich an einem anderen Orte[1]) auf Grund der Carpenter'schen Durchführungen nachzuweisen versucht habe, sind die Schalen der Polythalamien Modificationen einer monaxonen Grundform und durch spirale Windung der Hauptaxe entstanden; die letzte Kammermündung repräsentirt den oralen Pol, an welchem wie bei allen übrigen Foraminiferen die Vergrösserung der Schale Statt findet. Die Discidenskelete dagegen

1) Richard Hertwig, Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen. Jenaische Zeitschrift Bd. X. S. 41.

sind abgeänderte Kugeln und wachsen nicht in der Richtung irgend einer der unter sich ursprünglich gleichwerthigen radialen Axen, sondern vielmehr senkrecht und tangential zu ihnen, in ganz derselben Weise wie die Gitter der Acanthophractiden in tangentialer Richtung von den radialen Stacheln aus gebildet werden.

II. Der Weichkörper der Disciden.

Die Discospiriden und Trematodisciden gleichen einander im Bau ihrer Weichtheile vollständig (Taf. VI, Fig. 7. 10. 11); ihre Centralkapsel wird in ihrer Gestalt von dem Skelet bestimmt, wiederholt die biconvexe oder abgeplattete Form desselben und wird nur von dem Schalenrand überragt. Ihr von einer dünnen Membran umgebener Inhalt, welcher braune oder rothe Pigmentkörnchen und nicht selten zahlreiche kleine Oeltropfen enthält, bildet einen Ausguss des Schalenhohlraums und füllt die cyclischen und spiralen Gänge desselben in der Weise vollkommen aus, dass die einzelnen Windungen des Protoplasmakörpers durch die Oeffnungen der Scheidewände unter einander in Zusammenhang stehen (Fig. 11). Glycerinpräparate, in welchen das Skelet unsichtbar wird, ergeben daher Bilder, die eine äussere Aehnlichkeit mit dem durch Entkalkung freigelegten Weichkörper mancher Foraminiferen, z. B. der Operculinen, besitzen, indem der Centralkapselinhalt aus lauter einzelnen, den sogenannten Kammern entsprechenden Stücken zu bestehen scheint, die sich nach allen Richtungen durch schmale Commissuren mit einander verbinden. Bei der Vergrösserung des Skelets wächst der Weichkörper im ganzen Umfang in die neuentstandene Windung der Schale hinein und entsendet hierbei durch die Oeffnungen der Scheidewände hindurch kleine sackförmige Ausstülpungen, die ausserhalb anschwellen und später offenbar unter einander verschmelzen, so dass sich hier ähnliche Verhältnisse wie bei der Diplosphaera unter den Ethmosphaeriden wiederholen (Taf. VI, Fig. 11).

Im Centrum des Körpers liegt der Kern, der schon im frischen Zustand als hellere, auch von Haeckel bei Euchitonia Leydigii und E. Virchowii wahrgenommene Stelle sichtbar ist und bei Carminosmiumbehandlung eine scharf contourirte, homogene rothe Masse bildet. Bei der jüngsten von mir untersuchten Discide, einer Stylodictya arachnia (Taf. VI, Fig. 7), nahm er ausser der Markschale noch den nächstfolgenden Ring zu einem Drittel ein und wurde daher durch das Gitter der Markschale in zwei Theile geschieden, die durch dünne, die Oeffnungen passirende Fäden im Zusammenhang standen und von denen der äussere durch die Radialstäbe in drei mit einander ebenfalls nur durch dünne Fäden verbundene Portionen abgetheilt wurde. Aeltere Exemplare, die den verschiedensten Arten der Gattungen Euchitonia, Stylospira, Stylodictya und Amphibrachium angehörten, besassen einen beträchtlich grösseren Kern, welcher den ersten Ring vollständig und den zweiten zur Hälfte (Fig. 11), ja sogar in einigen Fällen den zweiten Ring vollständig für sich allein ausfüllte. Auch hier war der Kern eine zusammenhängende homogene Masse, die gleich dem Protoplasma der Centralkapsel einen Ausguss der von ihm eingenommenen Skeletpartien vorstellte. Wie bei den Spongosphaeren liegt somit auch bei den Disciden ein Theil des Skelets im Inneren des Kerns, ein Verhältniss, das insofern als ein secundär entstandenes angesehen werden muss, als wahrscheinlich der Kern ursprünglich nur der Markschale angehört und erst später die äusseren Theile des Skelets umwächst.

Bei einer Stylospira arachnia fanden sich ausser dem centralen grossen Kern noch mehrere kleinere Kerne im Protoplasma zerstreut; dieselben waren ebenfalls homogen und zweifele ich nicht, dass sie ihrer Abstammung nach für abgelöste Theile des centralen Mutterkerns gehalten werden müssen.

Die Centralkapsel wird von einer ansehnlichen Gallertschicht umhüllt, welche bei den Arten mit Stacheln bis an deren Spitze reicht. Ebenso ist die extracapsuläre Sarkode meist reichlich und bildet einen trüben Pseudopodienmutterboden, in dem braunes, die Centralkapsel verdeckendes Pigment abgelagert sein kann. Bei einem Exemplar der Stylodictya quadrispina häufte sich das Pigment zu dichten Massen an zwei Stellen der Umrandung der Scheibe an, während es im übrigen Theil des extracapsulären Weichkörpers fehlte; Farbstoffkörnchen verbreiteten sich von hier aus den Pseudopodien entlang.

Die Pseudopodien sind körnchenarm, selten verästelt und zur Anastomosenbildung wenig geneigt (Taf. VI, Fig. 10 u. 11); bei der Gattung Euchitonia erfahren sie an einer bestimmten Stelle eine Modification und werden zur sogenannten Sarkodegeissel, einem von Haeckel und Krohn entdeckten, ausserdem noch bei einigen Sponguriden vorkommenden eigenthümlichen Gebilde (Fig. 10). Dasselbe entspringt am Grund des zwischen den armartigen Fortsätzen der Scheibe gelegenen Ausschnitts und wird von Haeckel als „ein sehr dicker homogener hyaliner stielrunder Gallertfaden“ geschildert, welcher „an der Basis am breitesten sich allmählig gegen die äussere Haarspitze hin verdünnt und gewöhnlich nicht gerade und steif ausgestreckt wie die übrigen Pseudopodien, sondern mehr oder wenig Sförmig gebogen, oft wellenförmig geschlängelt oder selbst mit ein oder ein paar hakenförmigen Einbiegungen erscheint“. Von den übrigen Pseudopodien soll er sich durch „starrere Consistenz unterscheiden, was daraus ersichtlich sei, dass er niemals Körnchen führte, mochten nun die benachbarten Pseudopodien von Körnchen ganz frei oder dicht damit besetzt sein“. Haeckel rechnet daher die Sarkodegeissel mit den Gallertcilien der Acanthometren zu den besonders differenzirten Theilen der Sarkode.

Nach meinen Beobachtungen ist die Sarkodegeissel ein an seiner Basis breiter, nach dem Ende zu allmählig sich fein zuspitzender Faden, der, bedeutend länger als die umliegenden Pseudopodien, im Ruhezustand gerade gestreckt ist und nur auf Reize hin sich schlängelt und stellenweis dabei zu Varicositäten anschwillt. An der Basis ist die Geissel ausserdem fein längsstreifig oder besteht sogar aus einzelnen getrennten Fäserchen, die nach der Spitze zu vollkommen zu einer homogenen Masse verschmelzen; kleine Körnchen sind in geringer Anzahl auf ihrer Oberfläche in ganzer Länge vertheilt und in langsamer Circulation begriffen; endlich habe ich noch, wenn auch nur ein einziges Mal, verfolgen können, dass ein benachbartes Pseudopodium sich an die Sarkodegeissel ansetzte und sich mit ihr vereinigte. Aus allen diesen Beobachtungen ergiebt sich mit Sicherheit, dass wir es nicht mit einer Art Flagellum zu thun haben, sondern mit einem Bündel von Pseudopodien, die sich an einander legen und in ihrem Verlauf verschmelzen. Für diese Ansicht spricht die feinstreifige Beschaffenheit, vor Allem aber die Körnchenströmung und die Fähigkeit, mit benachbarten Pseudopodien zu anastomosiren. Die Ursache zu der so eigenthümlichen Anordnung der Pseudopodien mag vielleicht darin zu suchen sein, dass dieselben am Grund des halbmondförmigen Ausschnitts der Centralkapsel entspringen und demzufolge gleich von Anfang an zusammengedrängt einen convergirenden Verlauf einschlagen müssen.

In das Innere der Centralkapsel hinein setzt sich die Sarkodegeissel als ein feinstreifiger Strang von zarten, gewellten Fäden fort, die bis in die Nähe des Kerns vordringen; doch bin ich über die Bedeutung des Stranges nicht in's Klare gekommen, da ich ihn nur einmal und auch da nur wegen der starken Pigmentirung der Centralkapsel undeutlich gesehen habe.

Die Sarkodegeissel ist bisher ausser bei den Euchitonien bei keiner Discide beobachtet worden, dagegen tritt sie noch bei einigen Sponguriden auf, bei denen sie in gleicher Weise wie bei Euchi-

tonia am Grund eines halbmondförmigen Ausschnitts der Centralkapsel entspringt, ein Umstand, der zu Gunsten der Art, in welcher ich mir das Zustandekommen der Geissel denke, spricht. Leider habe ich von den Sponguriden nur eine Form, welche keine Geissel besitzt, den Spongurus cylindricus, aufgefunden. Ueber den Weichkörper desselben will ich hier nur kurz die Bemerkung einschalten, dass er mit dem Weichkörper der Disciden, namentlich in dem Bau des Kerns, vollkommen übereinstimmt. Hierdurch wird eine Verwandtschaft der Disciden und Sponguriden, von welch letzteren ich die Gattungen Spongosphaera und Rhizosphaera schon früher abgelöst habe, wahrscheinlich gemacht; ich würde dann die Skelete der Sponguriden, die noch eines genaueren Studiums bedürfen, als Discoidschalen, die zu einem spongiösen Balkenwerk aufgelöst sind, betrachten, sowie die Skelete der Spongosphaeriden zu einem spongiösen Balkenwerk aufgelöste Sphaeroidschalen sind.

9. Die Familie der Acanthodesmiden.

Die bei der überwiegenden Mehrzahl der Radiolarien vorherrschende kugelige oder homaxone Grundform ist in den Familien der Acanthodesmiden, Plagiacanthiden und Cyrtiden sehr wesentlich durch die dominirende Entwicklung einer Axe, der Längs- oder Hauptaxe, modificirt. Die homaxone Grundform geht hierdurch in eine monaxone über und zwar, da die beiden Enden der Hauptaxe des Körpers sich verschieden verhalten, in die besondere Unterart dieser Grundform, welche Haeckel als die diplopole bezeichnet.

Unter den genannten drei Familien stehen die Acanthodesmiden den übrigen Radiolarien am nächsten, da die Verschiedenartigkeit der beiden Hauptpole zwar vorhanden, aber äusserlich meist so wenig ausgesprochen ist, dass sie leicht übersehen werden kann. Es wurde diese Familie zuerst durch Haeckel aufgestellt, welcher in ihr die von Ehrenberg, Joh. Müller und Claparède beschriebenen Dictyochen, Lithocircen, Acanthodesmien und Plagiacanthen, sowie die von ihm selbst beobachteten Arten der Gattungen Zygostephanus und Prismatium vereinte; im Folgenden werde ich die Familie beibehalten, nur mit dem Unterschied, dass ich ihr noch die Zygocyrtiden Haeckel's anschliesse, dagegen die Plagiacanthen und Dictyochen abtrenne und die Zugehörigkeit mancher Arten der Gattung Acanthodesmia zweifelhaft lasse.

I. Das Skelet der Acanthodesmiden.

Bei dem ursprünglichen Umfang der Familie der Acanthodesmiden war eine einheitliche Auffassung der in ihr vorkommenden Skeletformen unmöglich; in seiner Monographie hebt Haeckel selbst hervor, dass die einzelnen Gattungen „nicht sowohl durch viele positive Eigenheiten des Skeletbaues, als vielmehr durch eine allen gemeinsame Summe von negativen Charakteren verbunden sind, die ihre Einreihung in andere Familien unthunlich erscheinen lassen". Die verschiedenen Gattungen sollen Uebergangsformen von den Radiolarien mit isolirten Kieselnadeln zu einer ganzen Anzahl anderer Familien vorstellen; so sollen die Acanthodesmiden zu den Spongodisciden, die Dictyochen zu den Monocyrtiden, die Zygostephanus und Lithocircus zu den Heliosphaeriden überleiten.

Von dieser Auffassung ist Haeckel inzwischen zurückgekommen; das Studium des reichlichen, auf der Challengerexpedition gewonnenen Materials hat ihn zu dem Ergebniss geführt, dass es eine grosse Anzahl von Radiolarien giebt, deren Skelet entweder einen einfachen, senkrecht gestellten Ring

bildet oder aus der Modification eines solchen hervorgegangen ist, und dass zweckmässiger Weise aus diesen zum grossen Theil der früheren Acanthodesmidenfamilie angehörigen Formen nach Ausschluss aller fremdartigen Elemente eine besondere Gruppe geschaffen werden muss. Ich selbst habe zwar nur wenige hierher zu rechnende Arten beobachtet; was ich aber gesehen habe, ist ganz geeignet, die neuerdings von Haeckel geäusserte Ansicht zu unterstützen und zu beweisen, so dass ich dieselbe bei meiner Darstellung zu Grunde legen werde.

Wir beginnen mit der Gattung Lithocircus, deren aus einem Kieselring bestehendes Skelet der Ausgangspunkt für die Skelete aller Acanthodesmiden ist. In der Literatur ist bisher nur eine Art bekannt, der von Joh. Müller[1]) sehr unvollständig beschriebene und abgebildete Lithocircus annularis, mit welchem die eine der beiden von mir untersuchten Formen identisch zu sein scheint, während die andere eine neue, als L. productus zu bezeichnende Art ist.

Nach meinen Beobachtungen ist das Skeletstück des Lithocircus annularis kein regelmässiger Ring, wie ihn Joh. Müller abbildet, sondern besitzt eine sechseckige Gestalt, die in einer die Hauptaxe kennzeichnenden Richtung etwas verlängert ist (Taf. VII, Fig. 5). Von den sechs Ecken liegen zwei an den Polen, die vier übrigen zu je zweien auf beiden Seiten der Längsaxe; sie sind nicht immer so deutlich wie in der Figur 5, sondern häufig etwas abgerundet, aber unter allen Umständen leicht daran zu erkennen, dass ein Paar kräftiger Stacheln hier von der Oberfläche des Skeletrings entspringt. Die Stacheln sind so befestigt, dass ihre Spitzen nach aussen gerichtet sind und zugleich, wenn die Acanthodesmide platt vor uns liegt, nach vorn und hinten divergiren. Die den einen oder basalen Pol der Längsaxe einnehmende Ecke ist vor den übrigen fünf Ecken dadurch ausgezeichnet, dass hier nicht ein, sondern zwei Paar Dornen stehen, wodurch schon im Skelet eine Verschiedenartigkeit in den Polen der Hauptaxe bedingt wird, die auch in der Bildung der Centralkapsel wiederkehrt. Die Basen der Stachelpaare sind unter einander durch zwei stark vorspringende leistenartige Erhebungen verbunden.

Die Verschiedenartigkeit der beiden Pole ist beim Lithocircus productus (Taf. VII, Fig. 4) viel ausgesprochener als beim L. annularis, indem der im Grossen und Ganzen ovale Skeletring nach dem basalen Pole zu etwas spitz ausgezogen ist. Die Peripherie des Ringes erhebt sich zu einer kammartig vorspringenden, medianen Kante, die an dem basalen Ende am breitesten und auf ihrer Höhe ringsum mit kurzen dicken Dornen besetzt ist. Zwei weitere, ebenfalls Dornen tragende laterale Kanten liegen beiderseits der medianen, auf unserer Figur die eine nach vorn, die andere nicht sichtbare nach hinten von ihr, und enden mit vier kurzen gebogenen Stacheln, die den basalen Pol des Skelets auszeichnen.

Die Ringform des Skelets ist, wie ich oben schon im Anschluss an Haeckel's Ergebnisse hervorgehoben habe, der Ausgangspunkt für eine Anzahl weiterer Formen, die durch das Auftreten neuer Theile eine grössere Complication erlangen; bei der Besprechung denken wir uns dieselben stets so gestellt, dass man auf die mediane Kante blickt und die beiden lateralen rechts und links vor sich hat, d. h. im Verhältniss zu den in den Figuren 4 und 5 abgebildeten Skeleten um einen Winkel von 90° um die Längsaxe gedreht; bei dieser Lagerung sieht man natürlich nur immer die eine, dem Beschauer zugewandte Hälfte des Rings.

Bei der Gattung Zygostephanus, die ich nicht selbst beobachtet habe, gesellt sich nach Haeckel zum ersten ein zweiter Ring; beide verhalten sich zu einander wie zwei auf einander senk-

1) Joh. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeers S. 29. Taf. I, Fig. 1.

recht stehende Meridiane einer Kugel, sind am apicalen und basalen Pol, wo sie zusammenhängen, bisquitförmig eingeschnürt und gleichmässig mit Stacheln besetzt.

Der beim Z. Mülleri einfach beschaffene zweite Reifen ist etwas complicirter gestaltet bei einer von mir mehrfach aufgefundenen Art, die ich mit der Acanthodesmia vinculata Joh. Müller's für identisch halte. Jede der beiden seitlichen henkelförmigen Spangen, in die der zweite Ring durch den ersten zerlegt wird, gabelt sich nämlich am basalen Pol in zwei Arme, welche mit den ihnen entgegenkommenden Armen der anderen Seite einen dritten, horizontalen Ring erzeugen. Dieser horizontale Ring verbindet sich ebenfalls mit dem verticalen primären, von dem aus die ganze Skeletform ihren Ausgang genommen hat. Von den drei auch hier wieder mit zahlreichen Dornen bedeckten und zu einander senkrecht gestellten Ringen ist der primäre der kleinste, weshalb er eine Einschnürung in dem ganzen Skelet hervorruft.

Von den Acanthodesmien ist es nur ein Schritt zu den Zygocyrtiden, bei denen an Stelle des zweiten und dritten Rings ein gegittertes Gehäuse getreten ist. Dieselben nähern sich in ihrem Habitus, insofern ihr Skelet einer Glocke ähnelt, den Cyrtiden, mit denen sie auch von Haeckel früher in einer Familie zusammengefasst wurden; sie unterscheiden sich jedoch von den ächten Cyrtiden durch eine Längsstrictur, die den Binnenraum der Schale in zwei symmetrische Theile unvollständig zerlegt. Von den Zygocyrtiden habe ich eine neue, zur Ehrenberg'schen Gattung Ceratospyris gehörige Art beobachtet, die ich wegen ihres am apicalen Pole befindlichen langen Stachels C. acuminata benenne.

Das Gehäuse der C. acuminata (Taf. VII, Fig. 2) ist eine Art Helm, der in querer Richtung verbreitert ist, so dass er von seiner Spitze aus gesehen einen ovalen Umriss zeigt. Mitten in dem Oval findet sich eine bisquitförmige Einschnürung, die, wie leicht verständlich ist, durch den für die Acanthodesmiden charakteristischen Skeletring verursacht wird. Ist die Breitseite des Gehäuses dem Beobachter zugewandt, so blickt man gerade auf die eine Hälfte des Rings, dessen medianer Kamm als eine deutliche Leiste sichtbar ist. Am apicalen Pole erhebt sich ein Fortsatz, der anfänglich noch innerhalb des Gehäuses liegt, später aber über die Oberfläche als ein kräftiger vierkantiger Stachel hervortritt; am basalen Pol geht auf jeder Seite vom Ring eine zu ihm senkrechte quere Spange ab, an deren Ende ein derber, nach abwärts gerichteter, schwach gekrümmter und ebenfalls vierkantiger Stachel sitzt.

Das Gitterwerk, welches sich an den Ring und die Querspange, die beiden als die Grundlagen des Skelets zu betrachtenden Theile, ansetzt, wird von grösseren und kleineren Maschen gebildet. Die kleineren liegen in den seitlichen Abschnitten, die grösseren Maschen dagegen zu beiden Seiten des Rings. Namentlich verdienen unter den letzteren vier grosse unregelmässige dreieckige Oeffnungen Berücksichtigung, die den Winkel zwischen dem Ring und den beiden Schenkeln der Querspange einnehmen. Alle vier kann man als die basale Mündung des Gittergehäuses auffassen, die durch das Skeletkreuz untergetheilt ist; gleichzeitig sind sie nur bei der Ansicht vom basalen Pol aus zu überblicken, bei der in Figur 2 abgebildeten Seitenansicht sind nur die zwei der einen Seite wahrnehmbar. Am apicalen Pole greift das Gitterwerk mit einigen Maschen über den Skeletring hinaus, wodurch der oben erwähnte Stachelfortsatz mit seinem basalen Theile noch in's Innere des Gehäuses eingeschlossen wird.

Wie sich nach der gegebenen Darstellung Ceratospyris an Acanthodesmia und diese wieder an Lithocircus anreiht, so lässt sich ein Gleiches auch für die übrigen Zygocyrtiden, Petalospyris und Dictyospyris, vielleicht sogar für manche Polycyrtiden, wie z. B. Spyridobotrys, nachweisen.

II. Der Weichkörper der Acanthodesmiden.

Die nahe Verwandtschaft der besprochenen Skeletformen wird durch die grosse Uebereinstimmung, die im Bau der zugehörigen Weichtheile herrscht, noch weiterhin sicher gestellt. Namentlich prägen sich in der Organisation der Centralkapsel eine Anzahl sehr auffallender Eigenthümlichkeiten aus, die um so mehr in's Gewicht fallen, als sie von den sonst bei den Radiolarien herrschenden Verhältnissen erheblich abweichen.

Die Centralkapsel der Acanthodesmiden wird von Haeckel und Joh. Müller als ein kugelrunder Körper geschildert, der in der Mitte des Skelets schwebt; dies ist auch im Allgemeinen richtig, wie ein Blick auf die Figuren 4 und 5 lehrt; allein eine genauere Untersuchung lässt den basalen Theil der Kugel quer abgestutzt erscheinen, was mit der sogleich zu betrachtenden eigenthümlichen Beschaffenheit der Kapselmembran zusammenhängt. Seiner Zygocyrtidengattung Petalospyris schreibt Haeckel eine querovale Centralkapsel zu; ähnlich fand ich sie bei der nahe verwandten Ceratospyris acuminata (Fig. 2), nur war hier die Kapsel durch den dicht anliegenden Skeletring am apicalen Ende eingeschnürt, während das basale Ende gleich dem der übrigen Acanthodesmiden quer abgestutzt war.

Die Kapselmembran ist, wie schon Haeckel bei der Schilderung des Zygostephanus Mülleri erwähnt, sehr derb, deutlich doppelt contourirt und hebt sich bei der Behandlung mit Osmium-Carmin-Glycerin von dem unterliegenden Inhalt ab. Wie man dann klar erkennen kann, ist sie homogen und zeigt nicht die Punktirung der Oberfläche, aus welcher Haeckel vermuthungsweise auf die Anwesenheit von Porencanälen schliesst. Eine Ausnahme macht nur der am basalen Pole gelegene Theil der Membran, welcher stets fest mit dem Inhalt in Zusammenhang bleibt, zart contourirt ist und eine besondere Structur besitzt. Hier finden sich nämlich kleine stäbchenförmige Körperchen, die sich in Carmin stark färben und in dieser Weise leicht sichtbar gemacht werden können, wenn sie durch die Masse der extracapsulären Sarkode verdeckt sein sollten. Sie stehen von der Seite gesehen eines dicht neben dem anderen senkrecht zur Oberfläche der Centralkapsel und parallel der Hauptaxe (Taf. VII, Fig. 2. 4. 5); von einem der Pole aus betrachtet ordnen sie sich entweder zu einem Kreis an oder sie bilden wie bei Ceratospyris (Fig. 2) drei dicht an einander schliessende Kreise. Bei letzterem Radiolar sind sie ausserdem nicht, wie sonst, alle von gleicher Stärke, sondern einige stärkere sind zwischen die übrigen schwächeren vertheilt.

Der durch die Stäbchenstructur ausgezeichnete Theil der Kapselmembran, den wir das Porenfeld nennen wollen, giebt die Basis für einen conischen Aufsatz ab, der in das Innere der Centralkapsel hineinragt und wegen seiner undeutlichen Contour leicht übersehen werden kann. Bei Lithocircus productus, wo ich ihn am genauesten beobachten konnte (Fig. 4), ist der Aufsatz oder der „Pseudopodienkegel" schief nach einer Seite verschoben, so dass seine Spitze nicht senkrecht über der Mitte des Porenfeldes liegt; er besteht aus feinen Linien, die von der homogen erscheinenden Spitze entspringen und nach dem Porenfeld derart divergiren, dass jede Linie auf eines der stäbchenförmigen Körperchen stösst. Von der eigenthümlichen Structur, auf deren Deutung ich später noch zurückkommen werde, habe ich bei Ceratospyris nur ein verschwommenes Bild erhalten, bei den übrigen Acanthodesmiden (Lithocircus annularis und Acanthodesmia vinculata) gar nichts wahrgenommen; gleichwohl zweifele ich nicht, dass sie sich bei allen ächten Acanthodesmiden vorfindet und bei der genügenden Vorsicht in der Untersuchung überall wird nachgewiesen werden.

Der Inhalt der Centralkapsel ist ein feinkörniges Protoplasma, in welchem die von Haeckel erwähnten „kleinen wasserhellen kugeligen Bläschen" nicht vorhanden waren, dagegen ein einziger relativ grosser Kern niemals vermisst wurde. Derselbe hatte bei Carminosmiumbehandlung das Aussehen eines durchaus soliden homogenen rundlichen Körpers und nur bei Ceratospyris (Fig. 2) war in ihm ein kleiner rundlicher Nucleolus enthalten. Er liegt immer etwas excentrisch, bei der Ceratospyris sogar nur in einer der Hälften, in welche die Centralkapsel durch die ringförmige Einschnürung zerlegt wird. Beim Prismatium dipleurum ist der Kern schon von Haeckel beobachtet und als „eine in der Mitte der Centralkapsel sichtbare, grössere, helle zarte Kugel (Binnenblase?)" beschrieben worden, deren Durchmesser $^1/_3$ von dem der Kapsel beträgt.

Neben dem Kern können noch Oelkugeln im Inhalt der Centralkapsel auftreten, wie ich deren eine beim Lithocircus productus und zwei — in jeder Kapselhälfte eine — bei Ceratospyris acuminata gefunden habe.

Als Grundlage des extracapsulären Weichkörpers dient die Gallerte, welche stets so reichlich ist, dass das gesammte Skelet mit seinen Stacheln noch von ihr umschlossen wird. Die Sarkode ist spärlicher, sie bildet einen dünnen Ueberzug auf der Centralkapseloberfläche und nur an dem durch das Porenfeld bezeichneten Ende eine dickere Lage. Die Pseudopodien sind besonders nach dem basalen Pole zu zahlreich und anastomosiren häufig unter einander.

10. Die Familie der Plagiacanthiden.

Von den Acanthodesmiden habe ich die Gattung Plagiacantha als Vertreterin einer besonderen Familie abgetrennt, weil ihr Skelet nach einem völlig anderen Grundplan gebaut ist. Die Gattung wurde von Claparède[1]) aufgestellt und nach einer einzigen in Glesnaesholm entdeckten Art charakterisirt; sie wurde von ihm wie von Joh. Müller irrthümlicherweise für eine Uebergangsform zwischen den Acanthometren und Polycystinen gehalten, während Haeckel richtig ihre Verwandtschaft mit den Cyrtiden erkannte. Seit Claparède ist keine Plagiacantha wieder beobachtet worden ausser der Form, die ich als eine neue Art im Folgenden wegen ihrer tannenbaumähnlichen Stacheln unter dem Namen Plagiacantha abietina beschreiben werde.

I. Das Skelet der Plagiacanthiden.

Der Bau des Skelets ist — vorausgesetzt, dass die von Claparède gegebene Schilderung richtig ist, woran man freilich zweifeln kann — der einzige Grund, weshalb ich die von dem genannten Forscher und die von mir beobachteten Plagiacanthen für verschiedene Arten halte. Die Pl. arachnoides soll drei Stacheln besitzen, die an ihrem centralen, dem Protoplasmakörper als Unterlage dienenden Ende verschmolzen sind und an ihrem peripheren Ende sich in drei Aeste zertheilen; unter einander sollen die Stacheln und deren Endäste durch feine Kieselfäden verbunden sein. Bei meiner Pl. abietina (Taf. VII, Fig. 6) fehlen sowohl diese Verbindungsfäden, als auch ist die Verästelungsweise eine andere, dagegen sind die Stacheln in derselben Zahl vorhanden wie dort. Dieselben stossen etwas geneigt unter gleichen Winkeln zusammen, wie die drei Kanten einer sehr flachen und breit-

1) Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et Rhizopodes Bd. I. S. 461.

basigen Pyramide und sind vollkommen an ihrer Vereinigungsstelle verschmolzen. Jeder Stachel hat drei hohe blattartige Kanten und verjüngt sich allmählig von der Basis nach der Spitze zu. In regelmässigen Abständen giebt er einen Quirl von drei ebenfalls dreikantigen Seitenstacheln ab, die von den blattartigen Kanten entspringen und mit jedem Quirl — von der Basis nach der Spitze zu gerechnet — an Grösse abnehmen. Bei den verschiedenen Exemplaren fanden sich, vielleicht je nach dem Alter derselben, 3—6 solcher Quirle. Die Seitenstacheln ihrerseits verästeln sich niemals und entsenden auch keine Kieselfäden, welche eine Verbindung mit anderen Theilen des Skelets herstellen könnten; in Folge dessen hat das ganze Skelet eine gewisse Aehnlichkeit mit drei an der Wurzel vereinten Tannenbäumchen.

Ausnahmsweise beobachtete ich ein Thier mit vier völlig überein gebauten Hauptstacheln; bei einem anderen war in sofern eine Annäherung an die Vierzähligkeit gegeben, als zwei Stacheln gemeinsam entsprangen und durch ein schmales Verbindungsstück mit dem dritten zusammenhingen, neben dem noch eine kleine Zacke wie das Rudiment eines vierten Stachels sass; dies Alles sind wohl nur Varietäten des Skelets, die nicht zur Aufstellung einer besonderen Art berechtigen.

II. Der Weichkörper der Plagiacanthiden.

Der Weichkörper scheint bei der Pl. arachnoides und Pl. abietina völlig gleich gebaut zu sein; er ist nach Claparède's Schilderung, welche in vielen Punkten der Ergänzung bedarf, eine mattgelbliche Kugel, die von einer scharf gezeichneten Membran umgeben ist und in ihrem Inneren einen excentrisch gelegenen, ebenfalls kugeligen und von einer schwach lichtbrechenden Flüssigkeit erfüllten Hohlraum enthält.

Was hier Claparède beschreibt, ist die etwa 45 μ grosse Centralkapsel des Thieres, die im Allgemeinen zwar kugelig gestaltet, aber in einer Richtung, nach ihrem basalen Ende hin, etwas lang gestreckt ist. An diesem Ende ist ihre deutlich doppelt contourirte Membran, die an anderen Orten sich stets bei Glycerinbehandlung abhebt und ab und zu selbst beim lebenden Thier durch einen Zwischenraum vom Inhalt getrennt sein kann, mit letzterem fest verbunden. Dies ist dadurch veranlasst, dass sich hier wie bei den Acanthodesmiden ein Porenfeld findet, von dem aus der conische Aufsatz, der Pseudopodienkegel, in das Protoplasma eindringt (Fig. 6 a u. b). Das Porenfeld ist rundlich und etwa 10 μ im Durchmesser gross, es ist gleichmässig mit kleinen rundlichen Körnchen bedeckt, die den Stäbchen der Acanthodesmiden entsprechen, wie diese in Carmin sich stark färben und beim Zerzupfen der Centralkapsel an deren Membran fest haften bleiben. Der etwa 15 μ hohe Pseudopodienkegel endet mit einer homogenen, in Carmin ebenfalls intensiv sich imbibirenden Spitze und besteht im Uebrigen aus Streifen, die von der Spitze nach den am basalen Ende befindlichen Körnern verlaufen und entsprechend der gleichmässigen Anordnung der letzteren nicht nur in der Peripherie, sondern auch im Inneren des Kegels vorkommen. Ich habe die Structur bei der Plagiacantha näher untersucht und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt. Beim Zerzupfen reisst der Kegel eher von der Membran der Centralkapsel ab, ehe er sich aus dem Protoplasma loslösen lässt, wenn auch seine Grenzcontouren gegen dieses bei dem Manipuliren schärfer hervortreten. Salzsäure lässt ihn wie seine Streifung deutlicher werden; ebenso wird er auch von Natronlauge nicht angegriffen, selbst wenn man den Concentrationsgrad derselben successive verringert und erhöht, was auf organische Structuren bekanntlich am zerstörendsten einwirkt. Da das Protoplasma in Natronlauge quillt (ich wandte das Reagenz nur bei Osmiumpräparaten, nicht bei frischem Materiale an), so wird

nunmehr der Kegel als ein besonders klar gezeichnetes Gebilde erkennbar. Die Natronlaugereaction macht es wahrscheinlich, dass die Substanz des Pseudopodienkegels dieselbe ist wie die der Kapselmembran, dass er selbst somit als ein Anhang der letzteren betrachtet werden muss. Das Gleiche gilt von den Körnchen des Porenfeldes, die sich Reagentien gegenüber ähnlich verhalten.

Der Kapselinhalt ist ein feinkörniges, farbloses oder gelbliches Protoplasma, in dem niemals der schon von Claparède beobachtete Hohlraum vermisst wird; es ist dies eine Vacuole von häufig so beträchtlicher Grösse, dass sie die Hauptmasse des Kapselinhalts bildet und das Protoplasma zu einem dünnen, nur nach dem basalen Ende zu verdickten Wandbeleg zusammendrängt. Die Spitze des Pseudopodienkegels reicht bis an die Circumferenz der Vacuole heran.

Neben dem grossen Flüssigkeitsraum liegt der Kern zu einem scheibenförmigen Körper abgeplattet, der von einer Seite kreisrund, von der anderen lang gestreckt oval aussieht; in ihm findet sich ein kleiner nucleolusartiger Körper; dagegen konnte eine Kernmembran nicht nachgewiesen werden.

Die Centralkapsel ruht, wie schon Claparède richtig bemerkt, in der Weise auf den Stacheln, dass das eine Ende — das mit dem Pseudopodienfeld versehene — den Vereinigungspunkt derselben berührt. Hier wird sie sowohl, wie die Stacheln von einer Anhäufung grobkörniger extracapsulärer Sarkode umhüllt, von der aus feine, reichlich unter einander anastomosirende Fäden den Stacheln und Nebenstacheln entlang ziehen. Eine Gallertlage ist ebenfalls vorhanden, doch kann ich über die Mächtigkeit derselben nichts Näheres angeben, da ich nur aus dem Mulder stammende Exemplare untersucht habe, bei denen die Gallerte nicht mehr ihren normalen Umfang besitzt.

Claparède hat einmal eine Plagiacantha arachnoides gefunden, deren Skelet von Sarkodenetzen überzogen war, während eine Centralkapsel fehlte; zweifellos war das Thier beim Fangen stark verstümmelt worden und handelte es sich nicht um ein normales Vorkommen, sondern um einen der schon so oft bei Rhizopoden beobachteten Fälle, wo Protoplasmatheile vom eigentlichen Körper — hier von der Centralkapsel — losgerissen noch eine Zeit lang weiterlebten.

II. Die Familie der Cyrtiden.

Die Cyrtiden gehören zu den Radiolarienformen, die in zahlreichen Gattungen und Arten schon durch Ehrenberg's Untersuchungen nach der Form ihrer Skelete bekannt waren, ehe sie im lebenden Zustand zuerst von Joh. Müller und später von Haeckel beobachtet wurden; sie bilden in der ganzen Classe die am mannigfachsten gestaltete Gruppe, die zugleich in sofern sich am meisten von dem Typus der Radiolarien entfernt, als in keiner anderen Abtheilung die monaxone Grundform im Bau des Skelets und der Weichtheile sich so klar ausprägt wie gerade hier. Da ferner die Verschiedenartigkeit in den beiden Polen der Hauptaxe ihren höchsten Grad erreicht, ergeben sich bei den Cyrtiden die mannigfachsten Anknüpfungspunkte an die Organisation der Thalamophoren, mit denen sie besonders von Haeckel in eingehender Weise verglichen worden sind. Wie ich indessen später zu begründen suchen werde, liegen bei allen diesen Aehnlichkeiten nur Analogien vor, da die monaxone Gestalt der Thalamophoren eine ursprüngliche, die der Cyrtiden dagegen durch Umwandlung aus einer homaxonen entstanden ist.

I. Das Skelet der Cyrtiden.

Die Skelete der Cyrtiden sind zierliche Glocken, deren Wandungen aus einem bald sehr derben, bald sehr feinen Gitterwerk bestehen, deren eines Ende — Haeckel's Apicalpol — geschlossen ist und gewöhnlich in eine Spitze ausläuft, während das andere Ende — der Basalpol — eine weite, selten übergitterte Mündung trägt. Nur bei wenigen Arten, den Monocyrtiden, umgiebt die Glocke einen einheitlichen Hohlraum, gewöhnlich zerfällt sie durch Einschnürungen, die schon von Ehrenberg und Müller gesehen und später von Haeckel bei der systematischen Eintheilung verwandt worden sind, in eine Anzahl hinter einander gereihter, sehr unvollständig von einander getrennter Kammern, die für die Unterfamilie der Dicyrtiden und Stichocyrtiden charakteristisch sind. Von den Kammern ist die am apicalen Pole gelegene, welche als die erste oder als das „Köpfchen" bezeichnet wird, die kleinste und wird von der folgenden durch die deutlichste Strictur getrennt. Dieser Strictur entspricht bei vielen, vielleicht sogar bei allen Arten, eine Scheidewand, welche sich quer zwischen der ersten und zweiten Kammer ausspannt. Schon früher wurde dieselbe von Haeckel bei einigen Cyrtiden nachgewiesen, neuerdings wurde sie von ihm bei zahlreichen Formen wiedergefunden und ist auch bei den von mir untersuchten Arten ausnahmslos vorhanden.

In seiner Monographie hat Haeckel schon an den verschiedensten Punkten hervorgehoben, dass die Theile der Cyrtoidschalen am häufigsten triradial angeordnet sind; so finden sich drei longitudinale divergirende Rippen, drei einfache oder gegitterte laterale oder terminale Anhänge, drei Stacheln, die an der Grenze der ersten Kammer entspringen und hier entweder frei hervorstehen oder in den Wandungen der folgenden Kammern verlaufen. Dieser triradiale Typus, für dessen weite Verbreitung meine und Haeckel's neueste Untersuchungen abermals Belege ergeben haben, ist namentlich deshalb von Bedeutung, weil er in gleicher Weise bei den Plagiacanthiden auftritt.

Haeckel hat früher zu den Cyrtiden auch die Skeletformen gerechnet, die durch einen verticalen Ring in zwei neben einander gelegene Kammern getheilt werden, und ferner diejenigen, welche sich aus unregelmässig in der Längs- und Queraxe gestellten Kammern zusammensetzen; von diesen habe ich die ersteren (die Skelete der Zygocyrtiden) schon bei den Acanthodesmiden besprochen, die letzteren (die Skelete der Polycyrtiden) dagegen habe ich keine Gelegenheit gehabt zu beobachten.

Nach dieser vorläufigen Orientirung über die Gehäuse der Cyrtiden gehe ich, da die Beschaffenheit des Weichkörpers erst durch eine genaue Kenntniss des Skelets verständlich wird, auf eine Besprechung der einzelnen von mir untersuchten Formen ein und beginne dabei mit den Monocyrtiden. Von denselben habe ich nur eine einzige, zugleich neue Art gefunden, den Tridictyopus elegans. (Der Name Tridictyopus ist neuerdings von Haeckel einem Radiolariengenus gegeben worden, das durch einige von der meinigen abweichende Arten in dem Challengermaterial vertreten war.) Das zarte Gittergehäuse dieses sehr zierlichen Organismus (Taf. VII, Fig. 3) besitzt die Gestalt einer sehr hohen Glocke, indem sein Längsdurchmesser 250 μ, sein Querdurchmesser dagegen an der breitesten Stelle nur 150 μ misst. Das apicale Ende, welches bei den beiden von mir beobachteten Exemplaren abgebrochen war, ist, nach Analogie mit den übrigen Cyrtiden zu urtheilen, jedenfalls beim unverletzten Thier geschlossen und zugespitzt; das basale Ende dagegen, zugleich die breiteste Stelle der Glocke, zeigt eine weite Mündung, die durch keine Gitterung bedeckt zu sein scheint, deren Umrandung sich aber in drei gleich weit von einander entfernte Zacken verlängert. In diesen durch bogenförmige Ausschnitte von einander getrennten Zacken kömmt die triradiale Anordnung des Cyrtidenskelets zum Ausdruck.

Das die Wand des Gehäuses bildende Gitterwerk ist feiner als bei irgend einer anderen Cyrtide und besteht aus dünnen Stäbchen, die sich zu kleinen, etwa 7 μ messenden, regulär dreieckigen Maschen vereinen. Die Maschen sind meist so angeordnet, dass jedesmal sechs um einen gemeinsamen Mittelpunkt gruppirt ein Sechseck zusammensetzen, doch kommen häufig Unregelmässigkeiten vor, sei es, dass einzelne Maschen die gewöhnliche Grösse überschreiten und anderen dadurch den Platz entziehen, sei es, dass sie eine andere Gestalt haben und vier- oder auch fünfeckig sind.

Unter den Dicyrtiden schliesst sich die Gattung Lithomelissa im Bau des Skelets — und wie wir später sehen werden, auch im Bau der Weichtheile — am nächsten an die Monocyrtiden an, da hier die zweite Kammer nur wie ein verhältnissmässig unbedeutender Anhang an der dem Gittergehäuse der Monocyrtiden allein entsprechenden ersten Kammer erscheint. Die einzige von mir beobachtete Art, die Lithomelissa thoracites, ist von Haeckel so genau beschrieben worden, dass meine Beobachtungen im Wesentlichen nur seine Angaben bestätigen.

Die erste Kammer (Taf. VIII, Fig. 1) ist oval, dickwandig und communicirt nach aussen mittelst rundlicher, durch breite Skeletbrücken getrennter Löcher. Am apicalen Pol geschlossen trägt sie am basalen Pole eine Oeffnung, von deren Umrandung die zweite Kammer entspringt. Letztere ist nicht so lang wie die erste und kann als ein cylindrischer, nach dem einen Ende etwas erweiterter Aufsatz angesehen werden, dessen Mündung entsprechend der Erweiterung grösser ist als die Mündung der ersten Kammer, und dessen Wandungen ebenfalls von rundlichen, hier jedoch etwas grösseren Löchern durchbohrt sind. An der eingeschnürten Stelle, welche die beiden Kammern gegen einander abgrenzt, sitzen in gleichen Abständen von einander drei kräftige Stacheln, die zur Längsaxe der Schale nahezu senkrecht stehen, über die Oberfläche der letzteren beträchtlich hervorragen und ausserdem sich in ihr Inneres hinein verlängern. Hier stossen sie im Mittelpunkt auf einander, um zu verwachsen, so dass sie die rundliche, beide Kammern mit einander in Verbindung setzende Oeffnung in drei kleinere gleich grosse Oeffnungen zerlegen, die durch einige zwischen den Stacheln und der Kammerwand ausgespannte Gittermaschen noch ausserdem eingeengt werden. Bei manchen Exemplaren können die drei Stacheln eine Strecke weit in der Wand der zweiten Kammer verlaufen, bevor sie frei hervorstehen.

Die in der Gattung Lithomelissa sich in ihrer ersten Anlage darstellende zweite Kammer ist im Genus Eucecryphalus zu dem ansehnlichsten Abschnitt des Skelets geworden, während dagegen die erste Kammer, der Ausgangspunkt der gesammten Skeletbildung, nur noch ein kleiner köpfchenartiger Aufsatz ist. Wir begegnen hier somit zum ersten Male einer Eigenthümlichkeit, die bei allen Dicyrtiden und noch mehr bei den Stichocyrtiden wiederkehrt und sich darin ausdrückt, dass die erste Kammer an Umfang immer mehr zurücktritt, in dem Maasse, als die Schale sich durch Anwachsen neuer Theile vergrössert.

Bei dem zuerst von Haeckel beschriebenen Eucecryphalus Gegenbauri (Taf. VIII, Fig. 5), mit dem die von Ehrenberg[1]) vor nicht langer Zeit aufgestellte Halicalyptra Orci identisch oder doch nahe verwandt zu sein scheint, ist die erste Kammer ein kleines rundliches Köpfchen, etwa gleich lang als hoch und nur in der Quere etwas zusammengedrückt, mit relativ dicker Wandung, die nur einen sehr beschränkten Binnenraum übrig lässt und von rundlichen, ungleich grossen Poren durchsetzt wird. Die durch eine wenig auffällige Strictur abgegrenzte zweite Kammer ist viel grösser und wie ein chinesischer Hut gestaltet; ihr Gitterwerk finde ich keineswegs so unregelmässig, wie

1) Ehrenberg, Mikrogeologische Studien über das kleinste Leben der Meerestiefgründe aller Zonen und dessen geologischen Einfluss. Abhandlungen der Berliner Academie. 1872. Taf. X, Fig. 9. 10 und Monatsberichte. 1872. S. 313.

Haeckel es schildert, sondern vielmehr sehr regelmässig aus hexagonalen Maschen gebildet, die in acht concentrischen Kreisen angeordnet sind. Da die Kreise nach der basalen Mündung immer grösser werden, aber stets die gleiche Anzahl Maschen enthalten, so werden letztere mit jedem Ring nach abwärts grösser; ferner alterniren, wie es bei ihrer hexagonalen Form verständlich ist, die Maschen einer Reihe mit denen der vorangehenden und der nächstfolgenden Reihe.

An den achten Kreis hexagonaler Maschen setzt sich noch ein Schalenabschnitt, der den Mündungsrand bildet und sich in seinem Bau wesentlich von den bisher betrachteten Theilen unterscheidet. Zunächst treffen wir auf einen Ring von Maschen, welche in doppelter Zahl wie in den früheren Reihen vorhanden und abwechselnd vier- und fünfeckig sind; dieselben modificiren, wie aus der Figur leicht verständlich ist, auch die Gestalt der vorangehenden Maschen und schliessen selbst mit einer kreisförmigen Linie ab. Die durch sie glattrandig gewordene Peripherie des Gitterwerks ist durch eine Borde geziert, die sich aus zwei ebenfalls concentrischen gegitterten Ringen zusammensetzt. Der innere Ring ist der massivste Theil des Skelets und offenbar die feste Stütze der Mündung, da seine ziemlich ansehnliche Breite nur von kleinen viereckigen Oeffnungen durchbohrt ist, die nicht immer gleich lang sind, so dass eine wechselnde Zahl (3—5) auf eine Masche der vorhergehenden Reihe kömmt. Der zweite Ring besitzt etwas grössere, in tangentialer Richtung gestreckte oblonge Oeffnungen, die durch dünne, radial gestellte Stäbe von einander getrennt werden. Die radialen Stäbe endlich verlängern sich in kurze, die Schalenöffnung garnirende Stacheln.

Eine Anzahl der polygonalen Maschen ist, wie auch Haeckel hervorhebt, dadurch ausgezeichnet, dass in ihrem Lumen sich noch ein sehr unregelmässiges Netzwerk ganz ausserordentlich feiner Kieselfäden ausspannt, die von den stärkeren Bälkchen der Maschen entspringen. Ein derartiges Netzwerk fand ich in den Maschen der fünften und sechsten, zum Theil auch noch der siebenten Reihe, Haeckel dagegen in den Maschen der drei oberen Reihen, während in den folgenden Reihen, deren Zahl er auf fünf bestimmt, die Netze fehlten.

Auf der Oberfläche des Gehäuses stehen vier derbe, lange und in eine feine Spitze auslaufende Stacheln, über deren Anordnung schon Haeckel Angaben gemacht hat. Drei derselben entspringen in gleichen Abständen von einander und im Allgemeinen senkrecht zur Hauptaxe der Schale an der Strictur zwischen den beiden Kammern; sie sind mit ihrer Spitze nach abwärts geneigt und verlängern sich in das Innere des Gehäuses als drei kräftige Stäbe, welche im Centrum der die beiden Kammern trennenden Querebene auf einander stossen und verwachsen (Taf. VIII, Fig. 5 b). Auf diese Weise erzeugen sie eine auch von Ehrenberg undeutlich abgebildete Querscheidewand, die von drei unter gleichen Winkeln zusammenstossenden Schenkeln gebildet wird und deren Festigkeit noch durch kleine, vom Gitter an die Schenkel herantretende Bälkchen erhöht werden kann. Der vierte Stachel endlich steht auf der Wölbung der ersten Kammer, aber excentrisch und setzt sich ebenfalls in's Innere als ein fester Stab fort, der sich mit den drei übrigen Stacheln an deren gemeinsamer Vereinigungsstelle verbindet. Sieht man daher von oben auf das Gehäuse, so erblickt man im Ganzen vier von einem Punkt ausstrahlende Stäbe; drei derselben divergiren unter gleichen Winkeln und liegen in gleicher Ebene; der vierte theilt einen der drei Winkel in einen grösseren und einen kleineren Abschnitt und steigt aus der jenen gemeinsamen Ebene empor.

Eine zweite Art der Gattung Eucecryphalus ist dem Eucecryphalus Schultzei nahe verwandt, unterscheidet sich von ihm aber durch die verschiedene Beschaffenheit des Gitters und durch den Mangel der Stacheln am basalen Mündungsrand, so dass ich sie unter dem Namen Eucecryphalus laevis als eine neue Form beschreiben werde. Die erste Kammer ist hier wie beim E. Gegenbauri

beschaffen, die zweite dagegen zeigt bedeutende Abweichungen; sie besitzt die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide, deren Kanten durch drei von dem unteren Ende des Köpfchens entspringende und bis zur Mündung reichende kräftige Stäbe gestützt werden. Wie schon Haeckel für den E. Schultzei vermuthete, bei welchem gleichfalls drei in der Wand der zweiten Kammer verlaufende Stäbe vorhanden sind, verlängern sich dieselben analog den drei Stacheln des E. Gegenbauri an der Grenze des ersten und zweiten Schalenabschnitts in's Innere des Skelets, um central zu verschmelzen und so gleichfalls eine Scheidewand zu erzeugen. Um die Uebereinstimmung mit dem E. Gegenbauri zu vervollständigen, geht von dem Mittelpunkt der Scheidewand noch ein vierter Stab aus, der schräg nach oben aufsteigt und seitlich von der Spitze des Köpfchens als ein starker excentrischer Stachel — der einzige des ganzen Skelets — zum Vorschein kömmt (Taf. VIII, Fig. 6 u. 6 b).

Die drei am unteren Ende des Köpfchens beginnenden und die Kanten der Pyramide bildenden Stäbe sind die festen Stützen, zwischen denen sich die Gitterung der zweiten Kammer ausspannt. Dieselbe ist viel derber als beim E. Gegenbauri und dem E. Schultzei. Die von breiten Skeletbrücken getrennten Oeffnungen sind rundlich und stehen in radialen, bis zur Mündung reichenden Längsreihen. In jeder Reihe finden sich ungefähr 11 Maschen, die mit den Maschen benachbarter Reihen alterniren und in Folge ihrer radialen Anordnung nach der Mündung hin an Grösse zunehmen; da die Grössenzunahme aber nicht so bedeutend ist, um die beträchtliche Vergrösserung des Schalenumfangs nach der Peripherie zu decken, werden neue Reihen interpolirt, so dass ihre im oberen Theil der Schale auf jeder der drei Seiten nur 5—6 betragende Zahl nach abwärts auf 14 steigt; zugleich werden hierdurch mancherlei Unregelmässigkeiten in der Gitterung der Kammer hervorgerufen. Der Mündungsrand des ganzen Gehäuses endlich schliesst mit einer glatten Contour ab.

Wie aus der gegebenen Schilderung hervorgeht, ist ein wichtiger Unterschied, in welchem der E. laevis vom E. Gegenbauri abweicht, den er dagegen mit dem E. Schultzei theilt, darin gegeben, dass die drei an der Strictur dort frei hervorstehenden Stacheln hier in den Wandungen der zweiten Kammer verlaufen.

Eine dritte zu den Dicyrtiden gehörige Gattung war in dem von mir untersuchten Radiolarienmaterial durch die Arachnocorys circumtexta vertreten, leider aber nur durch ein einziges, dazu stark beschädigtes erwachsenes und zwei wohl erhaltene jugendliche Exemplare, so dass ich hinsichtlich der Beschaffenheit des fertigen Skelets nicht über die von Haeckel ermittelten Thatsachen hinausgekommen bin. Die ovale erste Kammer (Taf. VIII, Fig. 2) ist von zahlreichen runden Oeffnungen durchsetzt und entsendet an ihrem unteren Rande zahlreiche (etwa 8) Strahlen, welche das Gerüst für die Wandung der flach kegelförmigen zweiten Kammer abgeben, indem sie unter einander durch ein sehr unregelmässiges Gitter zusammenhängen. Da nun aber das Gitter bei den meisten Strahlen erst in einiger Entfernung vom Rand der ersten Kammer beginnt, so bleiben zwischen ihren basalen Theilen grosse Oeffnungen bestehen, die unregelmässig geformt sind und nach aussen an Breite zunehmen. Die Spitzen der Strahlen reichen als Stacheln über den Rand des Gitters hinaus und sind unter einander sowie mit zahlreichen Stacheln, die sich von der Oberfläche des Köpfchens erheben, durch ein spinnenwebeartiges Netzwerk feinster Kieselfäden verbunden.

Die Trennung der ersten und zweiten Kammer lässt Haeckel durch eine sehr unregelmässig gegitterte Scheidewand herbeigeführt werden; indessen schon die Untersuchung des stark beschädigten erwachsenen Thieres machte es mir wahrscheinlich, dass die Scheidewand eine ähnliche Beschaffenheit hat, wie bei den betrachteten und noch zu betrachtenden Cyrtiden und dadurch zu Stande kömmt, dass drei der marginalen Strahlen, welche somit als Hauptstrahlen zu bezeichnen wären, sich centralwärts

verlängern und vereinigen. Diese Ansicht fand ich dann später durch die Beobachtung eines der beiden jugendlichen Exemplare vollkommen bestätigt (Taf. VIII, Fig. 2 a); die hier allein vorhandene erste Kammer besass verhältnissmässig grosse Gitterlöcher und eine rundliche Oeffnung am basalen Pole, die durch drei von einem gemeinsamen Punkt aus divergirende Stäbe in kleinere unter einander gleiche Oeffnungen getheilt wurde. Ueber den Rand hinaus setzten sich die Stäbe in lange schräg nach abwärts verlaufende Stacheln fort, von deren unterer Seite je ein kräftiger Seitenast hervorragte; ausser diesen Hauptstacheln entsprangen vom Rand drei Nebenstacheln, welche die von jenen gebildeten Winkel halbirten und sich nicht bis zu dem Stachelcentrum verfolgen liessen. Dass nun in der That das beschriebene Skelet einer jungen Arachnocorys angehörte, ging daraus hervor, dass die Haupt- und Nebenstacheln schon unter einander durch feine vereinzelte Kieselfäden verbunden waren, und dass sich ferner von ihnen aus gleiche Fäden zu kleineren auf der Oberfläche des Gittergehäuses sitzenden Stacheln ausspannten. Von diesen zuletzt genannten Stacheln drang keiner in das Innere des Skelets hinein, so dass der vierte Stab, welcher sich sonst an der Bildung der Scheidewand betheiligt, bei der Arachnocorys circumtexta fehlt oder sich erst später entwickelt.

Zu den Dicyrtiden stelle ich endlich noch, besonders wegen des Baues der Weichtheile, ein von Haeckel zu den Monocyrtiden gerechnetes Radiolar, das Carpocanium diadema. Die Schale (Taf. VIII, Fig. 7) ist hier äusserlich ungegliedert „fast eiförmig, in der Mitte bauchig erweitert, darunter verengt bis zu der grossen kreisrunden Mündung, deren Durchmesser der halben Schalenbreite gleich ist, und die von einem Kranz von neun starken, fast gleichseitig dreieckigen Zähnen umgeben ist." (Haeckel) Die Wand der Schale ist aussergewöhnlich dick und von kreisrunden in alternirenden Längs- und Querreihen stehenden Löchern durchbrochen, die im Umkreis des apicalen Poles bedeutend kleiner sind. Bei genauer Betrachtung fällt hier eine leichte Einbiegung der Oberfläche auf, die auch in Haeckel's Zeichnung dargestellt ist und den Ort bezeichnet, an welchem ein Septum in den Binnenraum vorspringt und denselben in eine obere sehr flache und eine untere sehr geräumige Kammer theilt. Das Septum, neuerdings auch von Haeckel beobachtet, besitzt einen schwer verständlichen Bau; von oben betrachtet (Taf. VIII, Fig. 8 b) zeigt es 4 von einem gemeinsamen Centrum ausgehende starke Gitterbalken, die an die Wandung des Gehäuses herantreten und sich allmählig in dieselbe verlieren. Sie stossen mit einander unter Winkeln zusammen, von denen zwei am grössten und unter einander gleich, die beiden anderen kleiner und verschieden gross sind, und verbinden sich ausserdem durch breite seitliche Skeletfortsätze. Auf diese Weise entstehen in der Mitte vier Oeffnungen, zwei grössere und zwei kleinere, die ich den Oeffnungen der übrigen Cyrtiden vergleiche, und ausserdem nach der Peripherie zu eine Anzahl weiterer Oeffnungen, die bei den anderen Arten fehlen und durch die grössere Complication des Gitterseptum erzeugt sind. Durch einen Wechsel der Einstellung kann man nachweisen, dass nicht alle Theile des Septum in einer Ebene liegen; dem entsprechend stellt es sich auch bei seitlicher Ansicht der Schale (Taf. VIII, Fig. 8 a) als ein flach nach oben gewölbtes Diaphragma dar; von demselben steigen vier Bälkchen, zwei längere und zwei kürzere, wie Strebepfeiler zum Dach des Gehäuses empor und zerlegen somit die obere Kammer in fünf neben einander gelegene Räume. In welcher Weise sich nun dieses Bild der Seitenansicht auf das Flächenbild reducirt, habe ich nicht ermitteln können.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, lassen sich in der Querscheidewand des Carpocanium diadema dieselben Theile nachweisen, welche wir bei den Eucecryphalusarten kennen gelernt haben, da die vier starken, durchgehenden Gitterbalken offenbar den vier bei diesen vorhandenen Septalstäben entsprechen. Ihre eigenthümliche Anordnung und complicirtere Beschaffenheit macht es wahrscheinlich,

dass das Carpocanium nicht, wie man bei oberflächlicher Betrachtung vielleicht annehmen möchte, eine Form ist, welche sich am nächsten an die Monocyrtiden anschliesst und den Uebergang von diesen zu den übrigen Cyrtiden vermittelt, sondern dass sie sich im Gegentheil von ihnen unter allen Gattungen am weitesten entfernt. Für diese Ansicht spricht ferner der Umstand, dass gerade hier die Selbständigkeit der ersten Kammer am wenigsten gewahrt ist und der Unterschied zwischen diesem primären Skelettheil und den übrigen neu hinzugetretenen Abschnitten sich am meisten verwischt hat.

Aus der formenreichen Abtheilung der Stichocyrtiden habe ich nur zwei Arten der durch Ehrenberg's, Joh. Müller's und Haeckel's Arbeiten so wohl bekannten Gattung Eucyrtidium, das E. anomalum und E. galea, näher untersucht. Wie bekannt, besitzt das Gehäuse hier die Gestalt eines Käfigs und ist durch ringförmige Einschnürungen in 3—8 (gewöhnlich 4—5) Kammern getheilt, von denen die oberste, das Köpfchen, bei weitem die kleinste ist und sich zum Unterschied von der stachellosen Lithocampe vor den übrigen durch den Besitz eines excentrisch gestellten Stachels auszeichnet (Taf. VIII, Fig. 3). Die letzten Kammern sind die grössten, ringförmig von Gestalt und am Ende mit einer weiten Mündung geöffnet. Die Wandung des Gehäuses ist eine Kiesellamelle, die von runden in Quer- und Längsreihen angeordneten Gitterlöchern durchbohrt wird, welche am Köpfchen kleiner und unregelmässiger sind als an den übrigen Theilen.

Zwischen der ersten und zweiten Kammer existirt eine Scheidewand analoger Art, wie bei den bisher behandelten Cyrtiden, indem von der ringförmigen Einschnürung vier Stäbe in's Innere vordringen und sich im Centrum vereinigen (Fig. 3 a). Drei derselben entsprechen den centralen Enden der drei Stacheln bei Lithomelissa, der vierte dem Stab des auf dem apicalen Pole stehenden Stachels von Eucecryphalus. Beim Eucyrtidium geht dieser vierte Stab nicht direct in den Stachel über, vielmehr setzt er sich in einiger Entfernung von dessen Basis an das Gitter des Köpfchens an und steht mit ihm durch eine Leiste in Zusammenhang, die als eine in der Verlängerung des apicalen Stachels gelegene Firste an der Aussenseite der obersten Kammer herabläuft. Joh. Müller und Ehrenberg haben die beschriebene Querscheidewand übersehen, Haeckel hat sie unvollkommen beim E. galea wahrgenommen, bei welchem es den Anschein hatte, „als ob das ganze erste Glied eine völlig geschlossene Gitterkugel bildete, mithin durch ein gegittertes, nach unten in das zweite Glied convex vorspringendes Septum von letzterem getrennt wäre".

Die Abgrenzung der übrigen Glieder der Schale fand ich immer durch dünne Kiesellamellen bedingt, die etwa 5 μ breit von den ringförmigen Einschnürungen aus in den Binnenraum vorsprangen; dagegen konnte ich mich nicht davon überzeugen, dass diese soliden Ringe, wie es Müller und Haeckel darstellen, erst durch eine Maschenreihe mit dem Gehäuse verbunden werden. Ausserdem schienen noch drei longitudinale Kiesellamellen, von den drei Hauptstäben des Septum beginnend, auf der Innenseite des Gehäuses herabzulaufen; doch bin ich in Betreff derselben zu keinen sicheren Resultaten gelangt.

II. Der Weichkörper der Cyrtiden.

In keiner Familie der Radiolarien wird der Weichkörper in so hohem Maasse von der Configuration des Skelets beeinflusst, wie in der Familie der Cyrtiden; denn allen den Unterschieden, die wir im Bau der bald ein-, bald zwei- oder vielkammrigen Gehäuse kennen gelernt haben, entsprechen mehr oder minder tiefgreifende Unterschiede, die sich in der Form und Structur der Centralkapsel, ja sogar in der Gestalt des Kernes äussern. Es ist dies der Grund, wesshalb wir gerade bei den Cyrtiden uns eingehender als sonst mit den Skeleten befasst haben.

Bei den Monocyrtiden — ich beziehe mich hierbei auf den Tridictyopus elegans, als die einzige beobachtete Art — ist die Centralkapsel von jungen Thieren kugelig und füllt den Binnenraum des Gehäuses noch nicht zur Hälfte aus (Taf. VII, Fig. 3 b), beim Wachsthum wird sie nahezu gleich gross wie das Gehäuse und dehnt sich der Form desselben entsprechend in die Länge aus, ohne aber im Uebrigen wesentlichere Gestaltveränderungen zu erleiden (Fig. 3). Dies letztere ist jedoch bei den übrigen Cyrtiden, den Di- und Stichocyrtiden der Fall, bei denen wegen des geringen Durchmessers der ersten Kammer dem Wachsthum der Centralkapsel innerhalb derselben bald Grenzen gezogen sind. Ist der Binnenraum der ersten Kammer vollkommen erfüllt, so kann die Centralkapsel sich nur vergrössern, indem sie in die zweite hinein vordringt; hierbei muss sie das von den Gitterstäben gebildete Septum passiren und wird, da sie sich nur durch die Maschen desselben hindurch schieben kann, gezwungen in Lappen auszuwachsen, die dem basalen Ende des einfachen im Köpfchen enthaltenen Theiles ansitzen. So entstehen die für die Stichocyrtiden und Dicyrtiden charakteristischen Centralkapselformen, auf die schon Joh. Müller und E. Haeckel aufmerksam gemacht haben.

Die lappige Beschaffenheit der Centralkapsel wird in der Cyrtidenreihe um so auffallender, je mehr die erste Kammer an Grösse hinter dem übrigen Theile des Skelets zurücktritt. Lithomelissa thoracites, deren Schale kaum die ersten Anfänge einer zweiten Kammer erkennen lässt (Taf. VIII, Fig. 1), schliesst sich daher am meisten an Tridictyopus an, indem sie gewöhnlich eine einfache ovale und nur selten eine schwach gelappte Centralkapsel hat; ich selbst habe sogar nur Exemplare der ersten Art gesehen, dagegen „kam es Haeckel einige Male vor, als ob die Kapsel an der Basis leicht in drei kurze Lappen gespalten wäre".

Bei Arachnocorys circumtexta habe ich eine einfache ovale Centralkapsel bei zwei jungen Thieren beobachtet, deren Skelet noch unvollkommen entwickelt war (Taf. VIII, Fig. 9); sonst ist die Centralkapsel nach meinen und Haeckel's Beobachtungen vierlappig (Taf. VIII, Fig. 2), indem von dem kugeligen unpaaren Haupttheil vier beutelförmige Anhänge ausgehen. Die Anhänge treten mit einem halsartig verschmälerten Verbindungsstück durch die Maschen der Querscheidewand, um unterhalb derselben zu kugeligen Körpern anzuschwellen, von denen drei beträchtlich grösser sind, als der vierte. — Eine ungelappte Centralkapsel kam auch dem einzigen Exemplare zu, welches Haeckel von der zweiten Arachnocorysart, der A. umbellifera, auffand; jedenfalls war dasselbe ein junges Thier, wenn nicht vielleicht gar eine Entwicklungsform der A. circumtexta; für letztere auch von Haeckel in Erwägung gezogene Annahme ergiebt jedoch die Beschaffenheit des Skelets keine sicheren Beweise.

Alle übrigen Cyrtiden sind nur als wohlausgebildete Thiere beobachtet worden. Beide Eucecryphalusarten, so wie auch Haeckel's E. Schultzei, besitzen übereinstimmend mit der Arachnocorys circumtexta Centralkapseln mit vier Lappen (Taf. VIII, Fig. 5 a u. b und 6 a u. b), von welchen jedesmal zwei nebeneinander liegende gleich gross sind und die beiden übrigen unter sich verschiedenen an Umfang übertreffen. Sie reichen in die zweite Kammer etwa bis zur vierten Maschenreihe herab und sind seitlich so dicht an einander gepresst, dass sie sich gegenseitig abplatten, während in ihrer Mitte ein kegelförmiger freier Raum bleibt; an ihrem oberen Ende verschmälern sie sich und gehen so in den ungetheilten im Köpfchen gelegenen Abschnitt oder den „Körper" der Centralkapsel über, welcher sehr klein, in querer Richtung etwas verlängert und bisquitförmig eingeschnürt ist. Bei beiden Arten von Eucecryphalus waren nun die Beziehungen der Centralkapsellappen zu der Querscheidewand bei der Betrachtung von oben überaus deutlich (Fig. 5 b u. 6 b). Da in der Scheidewand drei gleich

grosse Oeffnungen sind, sollte man erwarten, dass sich durch dieselben drei gleich grosse Lappen hindurchschieben, thatsächlich aber treten durch zwei derselben getrennt die zwei grösseren, durch die dritte dagegen gemeinsam die zwei kleineren; dies ist dadurch bedingt, dass der dritte Lappen durch den zum Centrum der Scheidewand verlaufenden Apicalstachel in zwei Stücke, und zwar wegen der Lagerung desselben, in ein grösseres und ein kleineres Stück untergetheilt wird; durch den Apicalstachel wird auch der Körper der Centralkapsel bisquitförmig eingeschnürt.

Die Feststellung eines bestimmten Lageverhältnisses der Lappen zum Skelet ist deshalb von Wichtigkeit, als es uns so ermöglicht wird, aus der Beschaffenheit der Centralkapsel einen Rückschluss auf die Beschaffenheit der Stricturebene zwischen der ersten und zweiten Kammer zu machen. Gerade dieser Punkt im Bau der Cyrtoidschalen bereitet aber der Untersuchung Schwierigkeiten und ist durch die früheren Arbeiten nicht aufgeklärt worden, so dass es von Vortheil ist, sich über ihn nach Maassgabe eines anderen leicht zu erkennenden und auch in der That gut bekannten Merkmals zu orientiren. Wie sehr wir übrigens berechtigt sind, einen nothwendigen Zusammenhang zwischen der Form der Centralkapsel und der Anordnung der Gitterstäbe anzunehmen, dafür bieten uns die Eucyrtidien und Carpocanien weitere Beweise.

Eucyrtidium galea und E. anomalum stimmen in der Form ihrer Centralkapsel vollkommen überein; an dem überaus kleinen im Köpfchen gelegenen Körper sitzen drei sehr grosse, bei weitem den ansehnlichsten Theil des Weichkörpers bildende Lappen (Taf. VIII, Fig. 3); die Zahl dieser letzteren ist um eins vermehrt und beträgt vier bei einigen anderen Arten wie dem E. cranoides (Fig. 4) und E. Zancleum, auf welche seiner Zeit J. Müller den Namen Eucyrtidium beschränkte, während er die Formen mit dreilappiger Centralkapsel zur Gattung Lithocampe rechnete. Die Verschiedenartigkeit führe ich darauf zurück, dass das eine Mal die Eintheilung der sich durch die Querscheidewand vorstülpenden Centralkapsel allein durch die drei in einer Ebene gelegenen Stäbe bedingt wird, während im anderen Falle auch der untere Theil des apicalen Stachels zur Geltung kommt.

Die Lappen, die bei keiner Art über die vierte Kammer hinausragen, sind am engsten an ihrem oberen Ende und erweitern sich bauchig nach abwärts; in ihrer Form werden sie ausserdem durch die ringförmigen Einschnürungen des Skelets beeinflusst, indem jede derselben auf ihrer nach aussen gewandten Oberfläche eine sehr deutliche Schnürfurche hervorruft.

Eine sehr eigenthümliche Form der Centralkapsel findet sich bei dem Carpocanium diadema vor. Der Körper ist hier eine sehr kleine flache Scheibe und giebt im Ganzen sieben Lappen ab, drei grössere und vier kleinere (Taf. VIII, Fig. 7 u. 8). Die kleineren Lappen liegen dem Körper zunächst und etwas nach aussen von ihm und haben eine sehr unregelmässige Gestalt; die grösseren dagegen folgen weiter nach abwärts und innen und hängen wie weitbauchige Flaschen in den Schalenraum hinein. Diese Form der Centralkapsel machte es mir anfänglich wahrscheinlich, dass die Carpocanien dreikammrig sind, indem die kleineren Lappen der zweiten, die grösseren der dritten Kammer angehören und beide durch Ausbildung eines tief einschneidenden Septum aussergewöhnlich scharf von einander getrennt werden. Die Untersuchung des Skelets führte jedoch zu dem Resultate, dass nur zwei Kammern vorliegen und dass die drei grösseren Lappen allein den Lappen der übrigen Cyrtiden entsprechen, die vier kleineren dagegen accessorische Ausstülpungen des Centralkapselkörpers sind, die durch die unregelmässige Beschaffenheit der Scheidewand, namentlich durch die accessorischen Maschen derselben veranlasst werden.

Die Centralkapselmembran der Cyrtiden gleicht im Allgemeinen derjenigen der Acanthodesmiden und Plagiacanthiden und ist wie diese eine rings geschlossene derbe Haut, welche nur am

vorderen Ende eine grössere Anzahl in einem gemeinsamen Feld vereinter Poren besitzt. Im Einzelnen aber ergeben sich mannigfache Besonderheiten, da die Gestalt des Porenfelds in hohem Grade von der Form der Kapsel beeinflusst wird und namentlich in Folge der Lappenbildung beträchtliche Modificationen erfährt, so dass es ohne Kenntniss der verbindenden Uebergänge häufig schwer fallen möchte, die bei den Acanthodesmiden so klar ausgeprägte Structur wieder heraus zu erkennen.

Junge Exemplare von Tridictyopus elegans (Taf. VII, Fig. 3 b) zeigen unter allen beobachteten hierher gehörigen Radiolarien am deutlichsten den eigenthümlichen Bau der Kapselmembran, da man schon am lebenden Thiere alle Details erkennen kann. Das Porenfeld findet sich am vorderen Ende der kugeligen Centralkapsel als eine quer abgestutzte, kreisförmig begrenzte Fläche, auf der die in Carmin sich stark imbibirenden Stäbchen unregelmässig vertheilt stehen. Die Stäbchen sind langgestreckt und dünn, werden aber im Alter zu kurzen dicken Aufsätzen, deren Ende drei Höcker trägt und sich gegen den basalen Theil durch eine ringförmige Einschnürung absetzt (Taf. VII, Fig. 3 a). Besonders deutlich ist der im Protoplasma gelegene, kegelförmige Aufsatz, der Pseudopodienkegel, welcher fast bis zum entgegengesetzten Pol der Centralkapsel reicht, an seiner Spitze abgerundet ist und in Folge dessen in seiner Form einem Zuckerhut ähnelt. Die feinen an der Basis der Stäbchen entspringenden Linien lassen sich bis an's Ende des Kegels verfolgen, verlaufen aber im obersten Theil in einem etwas dunkler erscheinenden Abschnitt, welcher sich gegen den helleren Abschnitt durch eine scharfe Linie abgrenzt und der in Carmin sich stark färbenden Spitze bei den Acanthodesmiden entspricht. Bei Tridictyopus habe ich mich durch Beobachtung davon überzeugen können, dass die Stäbchen, die wahrscheinlich der Länge nach von einem Canal durchbohrt werden, zu dem Austritt der Pseudopodien in Beziehung stehen. Denn indem ich an einem lebenden Thiere die am Porenfeld gelegene Sarkodemasse entfernte, konnte ich wahrnehmen, dass feine Protoplasmafäden von der Spitze der Stäbchen entspringen und in die extracapsuläre Sarkode übergehen. Dasselbe habe ich auch an einem Carminosmiumpräparat gesehen.

Lithomelissa thoracites (Taf. VIII, Fig. 1) ist fast gar nicht von dem Tridictyopus verschieden, nur ist der Kegel verhältnissmässig höher, indem er fast den Hintergrund der Kapsel erreicht, dagegen das Porenfeld wegen der geringen Anzahl der Stäbchen beträchtlich kleiner. Aehnlich beschaffen sind junge Exemplare von Arachnocorys circumtexta mit ungelappter Centralkapsel (Fig. 9), während bei älteren Thieren (Fig. 2) in so fern eine Abänderung eintritt, als ein Theil der Stäbchen auf das halsartige Verbindungsstück der hervorgesprossten Lappen hinüberrückt.

Die erwachsenen Exemplare von Arachnocorys leiten zu den übrigen Cyrtiden über, bei denen die Stäbchen nicht mehr auf dem Körper der Centralkapsel, sondern auf den Lappen sitzen und in Folge dessen auch unterhalb der gegitterten Querscheidewand zu liegen kommen. Dies ist schon beim Carpocanium diadema der Fall, bei welchem nur wenige Stäbchen sich noch in dem Bereich der ersten Kammer befinden (Fig. 7); noch entwickelter aber ist das Verhalten bei den Arten von Eucecryphalus, bei denen, wie wir oben gesehen haben, vier Lappen vorhanden sind, die gemeinsam einen trichterförmigen bis zum Septum sich erstreckenden Raum umschliessen (Fig. 5 a u. b und 6 a u. b). Die Stäbchen sind hier sehr klein und bilden am unteren weiten Ende des trichterförmigen Raumes einen einzigen Kreis, dessen Stücke sich auf die einzelnen Lappen vertheilen; nur drei grössere Stäbchen liegen gesondert nach Innen von den übrigen. Von einem in das Innere der Centralkapsel hineinragenden Pseudopodienkegel kann bei dieser Anordnung selbstverständlich keine Rede mehr sein, da ja seine Stelle von dem trichterförmigen extracapsulären Raum eingenommen wird; dagegen sind noch deutlich die feinen Linien zu erkennen, welche an den Stäbchen beginnen und in

der den trichterförmigen Raum begrenzenden Wand der Lappen bis zum Körper der Centralkapsel verlaufen; auf der andern Seite der Stäbchen kann man wie bei dem Tridictyopus unter günstigen Verhältnissen feine Protoplasmafäden hervortreten sehen.

Bei der Gattung Eucyrtidium endlich nimmt die Structur, welche hier schwerer als bei irgend einer anderen Cyrtide zu beobachten und zu verstehen ist, eine durchaus unregelmässige Beschaffenheit an. An Osmiumcarminpräparaten (Taf. VIII, Fig. 3), die weder zu stark geschwärzt noch zu stark gefärbt sind, bemerkt man in den Wandungen des Kanals, der zwischen den Lappen in der Axe des Thieres erhalten bleibt, zahlreiche rothgefärbte Körperchen von verschiedener Grösse und regelloser Anordnung; es sind die Stäbchen, welche hier sogar in den Spalten zwischen zwei benachbarten Lappen vorkommen. Ferner gewahrt man eine Streifung, die soweit als der centrale trichterförmige Raum reicht und am Köpfchen endet, und kann einzelne der Streifen bis an eines der rothen Körperchen verfolgen. Wir haben somit alle Elemente des Pseudopodienfelds und des Pseudopodienkegels vor uns, wenn auch in sehr veränderter Form und Anordnung.

Beim Zerzupfen kann man die Centralkapsel aus der umgebenden extracapsulären Sarkode herausziehen; dann bleiben die rothen Körperchen nicht mit der Kapselmembran, sondern mit der Sarkode im Zusammenhang. Figur 4 auf Tafel VIII stellt zum Beispiel den Sarkodepfropf dar, welcher den axialen Canal einer vierlappigen Cyrtide ausfüllt und mit dünnen flügelförmigen Ausbreitungen sich auch in die Spalten zwischen je zwei benachbarten Lappen einschiebt, das eine Mal in seitlicher Ansicht, das andere Mal von oben; überall ist derselbe mit den rothen Stäbchen besetzt, die sich von der Kapselmembran haben abstreifen lassen.

Der protoplasmatische Inhalt der Centralkapsel zeichnet sich je nach den verschiedenen Arten durch eine prächtig rothe, violette oder braune Färbung aus, die häufig an kleine Körnchen, seltener an grössere unregelmässig gestaltete Pigmentkörper geknüpft ist. Oefters beobachtete ich in der feinkörnigen Masse homogene, durchsichtige Kugeln, die so reichlich neben einander gelagert waren, dass für das Protoplasma nur kleine Zwischenräume übrig blieben, die ferner sich im Osmiumcarmin nicht färbten und daher auch nicht als Kerne gedeutet werden können (Taf. VII, Fig. 3 b und Taf. VIII, Fig. 7). Diese Kugeln, die morphologisch nicht von Bedeutung sind, hat Haeckel wahrscheinlich im Auge, wenn er von kugeligen wasserhellen, im Inhalt der Centralkapsel stets vorhandenen Bläschen spricht. Ein nur ausnahmsweis fehlender Bestandtheil endlich sind die Oelkugeln, die bei den meisten Arten in grösserer Anzahl vorkommen. Bei einem Exemplar von Tridictyopus lagen zwei, bei einer Lithomelissa drei in der ungetheilten Centralkapsel; bei den Stichocyrtiden vertheilen sie sich auf die einzelnen Centralkapsellappen, so dass gewöhnlich ein jeder Lappen entweder in seiner Mitte, wie bei dem in Figur 4 abgebildeten Eucyrtidium, oder in seinem angeschwollenen Ende, wie bei dem Carpocanium (Fig. 7), seine grosse Oelkugel birgt.

Die Kerne finden sich bei den Cyrtiden gewöhnlich in Einzahl, und nur ein einziges Mal ist es mir gelungen, ein grosses Exemplar von Tridictyopus elegans mit zahlreichen Kernen zu fischen (Taf. VII, Fig. 3). Diese waren homogene, wasserklare, rundliche Körper, die gleichmässig im Inhalt der Centralkapsel angeordnet und nur an den beiden Enden der letzteren durch reichliches Pigment verdeckt waren; kleine fettglänzende Körnchen lagen ihnen vielfach so dicht an, dass sie in ihnen enthalten zu sein schienen; sie gehörten jedoch nicht zu ihrer Masse, sondern zu dem sie umhüllenden Protoplasma. Dass wir es in den rundlichen Körpern in der That mit Kernen zu thun haben, davon habe ich mich durch Carminosmiumbehandlung überzeugt.

Bei den übrigen von mir beobachteten Tridictyopoden (Fig. 3 b) glich der einzige vorhandene Kern

dem Kern thierischer Eier und war wie dieser ein von homogenem Kernsaft gefülltes und von einer dünnen Membran umschlossenes Bläschen, in dem ein einfacher grosser Nucleolus ab und zu mit einem kleinern Nebenkernkörperchen nachweisbar war. Aehnlich verhielten sich die Exemplare von Lithomelissa thoracites (Taf. VIII, Fig. 1) und Arachnocorys circumtexta (Fig. 2 u. 9), von denen die ersteren im ausgebildeten Zustand, letztere wenigstens während der Jugend auch im Bau der Centralkapsel sich den Monocyrtiden anschliessen. Hervorzuheben ist hierbei, dass auch bei älteren Thieren von Arachnocorys, wo die vier Centralkapsellappen wohl entwickelt sind, ein bläschenförmiger Kern mit Kernkörperchen existirt, der in dem Körper der Centralkapsel liegt.

Die Gattungen Eucecryphalus, Carpocanium und Eucyrtidium stimmen unter einander darin überein, dass sie homogene Kerne besitzen, die entweder ganz oder zum grössten Theil dem obersten nicht gelappten Abschnitt der Centralkapsel angehören. Bei zwei Exemplaren von Eucecryphalus (Fig. 6 a) füllte der Kern diesen Abschnitt als ein unregelmässig höckeriger Körper zum grössten Theil aus, bei einem dritten Exemplar (Fig. 5 a) ragte er ausserdem noch mit drei kurzen dicken Fortsätzen in den halsartig verengten Anfangstheil der drei grösseren Lappen vor, während der vierte kleinste leer ausging; der Kern bestand hier aus einer ungetheilten Hauptmasse und drei kurzen knospenartigen Fortsätzen und ahmte somit, wenn auch nicht völlig genau, die Gestalt der Centralkapsel nach. Dies letztere Verhalten ist in der Gattung Eucyrtidium noch weiter entwickelt, indem die knospenartigen Fortsätze tief in die Centralkapsellappen hineinreichen, um hier mit etwas kolbig verbreiterten Enden aufzuhören (Fig. 3 u. 4). Wo die Centralkapsel dreilappig ist, sind auch nur drei Fortsätze vorhanden, wo aber noch ein vierter Lappen abgetheilt ist, da wird auch dieser von einer besonderen Kernknospe versorgt. Ein einziges wahrscheinlich jugendliches Exemplar von Eucyrtidium cranoides hatte einen rundlichen im Uebrigen homogenen Kern, der auf den Köpfchentheil der Centralkapsel beschränkt war.

Wie in der Gattung Eucyrtidium, so ist auch bei den Carpocanien (Fig. 7 u. 8) der Kern verästelt, jedoch mit dem Unterschied, dass die Zweige desselben nicht in die drei Hauptlappen, welche allein den Lappen der übrigen Cyrtiden verglichen werden können, hineinwachsen, sondern in die seitlichen Aussackungen, die durch die peripheren Maschen des gegitterten Septum hindurch gestülpt sind. Bei dem in Figur 7 abgebildeten Exemplar war der centrale Theil des Kerns eine flachgedrückte Scheibe und von demselben gingen drei Knospen aus.

Wenn wir zum Schluss noch einmal das über die Centralkapsel Gesagte überblicken, so finden wir den schon früher hervorgehobenen Gesichtspunkt bestätigt, dass die Gestalt derselben, sowie die Anordnung ihres Inhalts bei den Cyrtiden in viel eingreifender Weise, als bei irgend einem anderen Radiolar durch die Beschaffenheit des Skelets beinflusst wird. Wir sehen, wie im Allgemeinen der lappige Bau der Centralkapsel und im Einzelnen die Zahl der Lappen, ja sogar die Grösse und Form derselben durch das zwischen der ersten und zweiten Kammer ausgespannte Septum bedingt ist, und wie sich ähnliche Verhältnisse auch für den Kern wiederholen. Hierbei ist es im Gegensatz zu den Sphaerideen und den Disciden von Bedeutung, dass das Skelet nicht in's Innere der Centralkapsel eindringt, wie Haeckel für die Arachnocorys circumtexta annimmt, da die Lappen unterhalb des Gitters nicht zur Vereinigung kommen und die Kapselmembran an keiner Stelle von Skelettheilen durchbohrt wird.

Von Interesse ist ferner die Art, wie sich der Inhalt in der gelappten Centralkapsel vertheilt. Während die morphologisch unwichtigen Oelkugeln und Pigmentkörnchen in die Lappen zu liegen kommen, findet sich der morphologisch wichtigste Bestandtheil, der Kern, in dem gleichsam das

Centrum des Körpers repräsentirenden, obersten Abschnitt der Centralkapsel, welcher sogar vollkommen für ihn reservirt bleibt. Hier ist er auf einen geringen Raum beschränkt und dies erklärt, weshalb er die bei den Monocyrtiden eintretende Umgestaltung zu einem Bläschen nicht erleidet, sondern seine solide Beschaffenheit beibehält.

Die Lage des Kerns und das Verhalten der Centralkapsel liefern endlich auch noch den Beweis für die gleichfalls schon früher ausgesprochene Ansicht, dass das Köpfchen der Di- und Stichocyrtiden allein dem ganzen Schalenraum der Monocyrtiden entspricht, dass die übrigen Kammern dagegen am basalen Pole sich entwickelnde Neubildungen sind und dass das Septum die Grenze zwischen den primären und secundären Schalenabschnitten vorstellt. Denn bei den sich an die Monocyrtiden anschliessenden Arten, bei denen die zweite Kammer noch klein ist, liegt die Centralkapsel ausschliesslich in dem Köpfchen und erst bei den Cyrtiden, bei welchen die secundären Kammern den primären Schalenabschnitt im Wachsthum überflügelt haben, treibt sie die nach abwärts vordringenden Lappen. Ontogenetisch lässt sich dieser Process bei der Arachnocorys circumtexta noch leicht verfolgen und ist das Gleiche vielleicht auch bei den übrigen Cyrtiden möglich, von denen zur Zeit leider noch keine genügend jungen Entwicklungsstadien bekannt sind.

In Bezug auf den extracapsulären Weichkörper der Cyrtiden kann ich mich kurz fassen, da hier die schon bei den Acanthodesmiden beschriebenen Verhältnisse wiederkehren. Die Gallerte ist sehr voluminös und umhüllt nach allen Seiten in beträchtlicher Dicke das Skelet; bei den im Mulder vorgefundenen Exepmlaren ist sie nicht schön zu sehen; dagegen habe ich durch Schöpfen ein völlig unversehrtes Exemplar von Tridictyopus elegans erhalten, dessen Gallerte eine wasserklare Kugel von etwas mehr als 1 mm Durchmesser war. Die extracapsuläre Sarkode häuft sich besonders am basalen Pole vor dem Porenfeld als eine dicke Lage an, die nicht selten stark pigmentirt ist; entfernt man dieselbe durch Druck oder durch Zerzupfen, so zieht sie sich in feine, an die Stäbchen des Porenfeldes herantretende und bei der Besprechung desselben schon erwähnte Fäden aus, welche allein die Verbindung mit der intracapsulären Sarkode herstellen (Taf. VII, Fig. 3 a u. 3 b). Bei den Cyrtiden mit gelappter Centralkapsel erfüllt sie die Zwischenräume zwischen den Lappen. Ausserdem umgiebt die extracapsuläre Sarkode die Oberfläche der Centralkapsel mit einer dünnen Protoplasmaschicht, von der in gleicher Weise wie von den am Pole gelegenen Massen reichliche Fadennetze ausgehen, welche die Gallerte durchsetzen und schliesslich die Pseudopodien bilden.

Anhang.

Im Anschluss an die drei Familien der Acanthodesmiden, Plagiacanthiden und Cyrtiden bespreche ich einen interessanten Organismus, den ich leider nur ein einziges Mal beobachtet habe; derselbe reiht sich im Bau seiner Weichtheile den drei genannten Familien an, unterscheidet sich aber von ihnen durch den Mangel des Skelets (Taf. VII, Fig. 1).

Auf den ersten Blick würde man in dem Thier eher eine den Gromien verwandte Monothalamie als ein Radiolar vermuthen, da die Centralkapsel vollständig der Schale eines Lecythium gleicht und ein kugeliger, nach der einen Seite etwas ausgezogener Körper ist, dessen vorderes Ende von der extracapsulären Sarkode umhüllt wird. Von dieser gehen, wie auch beim Lecythium von dem an der Schalenmündung befindlichen Protoplasma, die zahlreichen verästelten und anastomosirenden Pseudopodien aus. Ferner lagert hier reichliches bräunliches Pigment und dazwischen eine Menge grösserer und kleinerer Eiweisskugeln.

Was nun das Thier von den Monothalamien unterscheidet, ist die Anwesenheit der gelben Zellen und einer Gallertschicht, deren beträchtliche Dicke in gar keinem Verhältniss zur Grösse der Centralkapsel steht, und vor Allem die Structur der Kapselmembran, welche an dem vorderen von der extracapsulären Sarkode verdeckten Ende keine Oeffnung, sondern ein Pseudopodienfeld besitzt, wie wir es bei den Acanthodesmiden kennen gelernt haben (Fig. 1 a u. b). Das Pseudopodienfeld besteht aus drei dicht an einander liegenden Kreisen kleiner Körnchen und trägt einen Pseudopodienkegel, welcher nur als eine undeutlich contourirte längsstreifige helle Stelle im Innern der Centralkapsel wahrgenommen wurde.

Im Inhalt der Centralkapsel, der von einem durchsichtigen, farblosen und feinkörnigen Protoplasma gebildet wird, bemerkt man schon ohne Anwendung von Reagentien einen 20 μ grossen Kern, der das Seine dazu beiträgt, um die Aehnlichkeit mit einem Lecythium zu erhöhen; er ist eine von einer wasserklaren Flüssigkeit erfüllte Blase mit einem rundlichen Nucleolus. Neben ihm finden sich noch zahlreiche verschieden grosse Oelkugeln zu einem Haufen vereint.

Bei der Beurtheilung der Beobachtungen haben wir zwei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: entweder ist der Organismus ein skeletloses Radiolar, welches sich zu den Cyrtiden, Acanthodesmiden und Plagiacanthiden ähnlich wie das Collozoum zu den mit Skeleten versehenen Sphaerozoen und Collosphaeren verhält und demgemäss als eine primitivere Form angesehen werden muss; oder es ist ein junges Thier irgend einer den drei Familien angehörigen Art, bei welcher das Skelet noch nicht ausgebildet ist. Eine dritte Möglichkeit, dass ein etwa vorhandenes Skelet beim Einfangen zerbrochen und verloren gegangen wäre, war durch den guten Erhaltungsgrad des Thieres ausgeschlossen.

Von den genannten Möglichkeiten scheint mir die erste am meisten Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, da das Skelet nach meinen Beobachtungen an anderen Radiolarien immer sehr frühzeitig zur Entwicklung kommt. Ich schlage daher für den Organismus den Namen Cystidium inerme vor.

12. Tripyleae.

Unter den zahlreichen Radiolarien, welche von Haeckel zum ersten Male in seiner Monographie beschrieben und von mir in Messina wiedergefunden worden sind, zeichnen sich drei Gattungen dadurch, dass ihre Skelete aus hohlen Stücken bestehen, vor allen übrigen in auffälliger Weise aus; es sind dies die bisher zu den Colliden gerechnete Aulacantha und die beiden Gattungen, Aulosphaera und Coelodendrum, von denen eine jede eine besondere Familie vertritt. Alle drei Gattungen lassen sich im Bau ihrer Centralkapseln fast gar nicht von einander unterscheiden, weichen dagegen hierin von allen übrigen Radiolarien ab, und zwar betreffen die Verschiedenheiten alle Theile der Centralkapsel, besonders aber die Structur der Kapselmembran. Wie für die Acanthodesmiden, Cyrtiden und Plagiacanthiden das Porenfeld, so ist für die Aulacanthen, Aulosphaeren und Coelodendren die Anwesenheit von drei grossen Oeffnungen, die allein den Austritt der intracapsulären Sarkode ermöglichen, charakteristisch. Wegen dieser übereinstimmenden Merkmale in der Beschaffenheit des Skelets und der Weichtheile, habe ich die drei Gattungen zu einer besondern Gruppe vereint, die ich mit Rücksicht auf die drei Oeffnungen der Centralkapsel Tripyleen genannt habe; gleichzeitig wurden sie auch von Haeckel wegen der röhrigen Gestalt ihrer Skelettheile als Pansolenier zusammengefasst.

Ausser den bisher erwähnten Tripyleen habe ich drei weitere Arten aufgefunden; von denselben reiht sich die erste der Gattung Aulosphaera ein, die zweite repräsentirt das neue Genus Coela-

cantha, die dritte endlich, bisher nur sehr unvollständig nach Theilen ihres Skelets bekannt, gehört den Dictyochen an, die mit Unrecht von ihrem Entdecker Ehrenberg zu den Diatomeen und später von Haeckel zu den Acanthodesmiden gestellt wurden. So wächst die Zahl der zweifellos zu den Tripyleen gehörenden Radiolarien auf fünf Gattungen an, denen wahrscheinlich noch als sechste die Thalassoplancta Haeckel's angeschlossen werden muss. Zwar wissen wir bei diesem im Ganzen überhaupt nur zweimal beobachteten Radiolar nichts Sicheres über den Bau der Centralkapsel, allein aus Haeckel's Schilderung geht hervor, dass es in zwei anderweitigen wichtigen Merkmalen den Tripyleen gleicht, dass es nämlich hohle Kieselnadeln und die für die Gruppe charakteristische Pigmentvertheilung im extracapsulären Weichkörper besitzt.

Die genannten sechs Gattungen sind indessen jedenfalls nur ein kleiner Bruchtheil der Tripyleen, welche existiren oder existirt haben; denn alle stehen in der Anordnungsweise ihrer Skeletstücke einander so fremd gegenüber, dass man fast aus jeder eine besondere Familie machen könnte. Da sich nun bei den übrigen Radiolarien die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Skeletformen vortrefflich nachweisen lassen, so ist es wahrscheinlich, dass bei den Tripyleen die vermittelnden Uebergänge noch unbekannt sind.

I. Das Skelet der Tripyleen.

Am einfachsten beschaffen ist in der ganzen Gruppe das Skelet der Aulacantha scolymantha, welches wie bei den Colliden von losen unter einander nicht verbundenen Theilen gebildet wird; dieselben sind von Haeckel im Wesentlichen richtig beschrieben worden und sind von zweierlei Art: einmal starke radial gestellte Röhren und zweitens feine von einem sehr engen Canälchen durchsetzte Fäden, die tangential angeordnet sind. Die ersteren (Taf. IX, Fig. 3) werden von Haeckel als „radiale Stacheln" bezeichnet; „welche nicht im Mittelpunkt der Centralkapsel zusammentreffen wie bei den Acanthometren oder dieselbe durchbohren, wie bei den Acanthochiasmen, sondern mit ihrem inneren Ende frei auf der Centralkapsel ruhen und in ihrer Lage nur durch die Alveolenhülle erhalten werden, die sie in ihrer ganzen Dicke durchbohren." „Die Zahl der radialen Stacheln scheint bei verschiedenen Individuen verschieden zu sein und mit dem Alter zuzunehmen. Ihre Form ist die eines nach beiden Enden, besonders aber nach dem äusseren etwas verdünnten Hohlcylinders, der selten ganz regelmässig, meist ein wenig verbogen oder gekrümmt ist. Das äussere Ende, die Spitze, ist meist kurz zweizähnig, das innere oder die Basis stumpf abgerundet oder gestutzt, oder in ein kleines Knöpfchen angeschwollen." „Das Lumen ist sehr weit, die Wand ziemlich dünn; im äusseren Viertel ist die äussere Oberfläche der Stacheln mit unregelmässigen kurzen Zähnen (10—40) ringsum besetzt, welche sich zuweilen etwas verlängern und dann nach vorwärts krümmen."

So weit stimme ich mit Haeckel's Schilderung, die ich hier ihrem Hauptinhalt nach wiedergegeben habe, überein, dagegen kann ich die weiteren Angaben, dass die Röhrenstacheln an beiden Enden geöffnet sind, nicht bestätigen; vielmehr fand ich sie, solang sie nicht abgebrochen waren, an der Spitze durch ein dünnes Blättchen geschlossen, welches zwischen den zwei oder drei hier befindlichen Endzähnchen lag, während an der Basis die Wandungen der Röhre abgerundet wie der Boden eines Reagenzgläschens endeten. Dem entsprechend dringt auch normaler Weise die extracapsuläre Sarkode nicht in das Innere der Röhre ein, wie Haeckel beschreibt, sondern umhüllt sie nur von aussen, wie es ja auch bei den übrigen Radiolarien der Fall ist; Bilder wie sie Haeckel in Figur 2, Taf. IV gezeichnet hat und welche das Lumen von Sarkode erfüllt zeigen, erkläre ich durch die An-

nahme, dass die Enden der Stacheln hier abgebrochen waren, wodurch ihr Inneres für die Sarkode eröffnet wurde.

Die tangentialen Skeletstücke oder die Nadeln „liegen so dicht in den verschiedenen Tangentialebenen durcheinandergefilzt, dass eine Art durchbrochener Kieselhülle um die Alveolenzone entsteht". Sie sind beiderseits zugespitzt und enthalten trotz ihrer ausserordentlichen Feinheit einen Canal, dessen von Haeckel zuerst erwiesene Existenz ich bestätigen kann. Dass sie in ihrem Inneren von einem Protoplasmafaden durchzogen werden, davon habe ich mich nicht überzeugen können.

An die Aulacanthen reihen sich die Dictyochen an, insofern das Skelet hier ebenfalls aus isolirten Kieselstücken besteht. Die einzige mir bekannte Art ist die Dictyocha fibula, von der ich erst während der Ausarbeitung des analytischen Theils in meinen Präparaten zwei Exemplare aufgefunden habe.

Die Kenntniss der Dictyocha-Skelete verdanken wir Ehrenberg[1]), welcher über zwanzig Arten unterschieden hat, welche fossil in sehr verschiedenen Gesteinen und als Ueberreste von jetzt noch lebenden Thieren im Tiefgrund verschiedener Meere von ihm entdeckt wurden. Was Ehrenberg beschrieben hat, ist jedoch nicht das ganze Skelet, sondern nur die einzelnen Stücke desselben, welche wie die Stacheln einer Aulacantha oder die Nadeln eines Collozoum nach dem Tode ihres Trägers auseinander fallen. Nach Ehrenberg hat Haeckel die Einzelstücke von Dictyochenskeleten wieder beobachtet und für selbstständige Radiolarienpanzer, für Gehäuse von Acanthodesmiden gehalten, welche den Uebergang zu den Cyrtiden herstellen sollen. Seine Dictyocha Messanensis, die an gleichem Orte wie die mir vorliegenden Thiere gefischt wurde, halte ich mit der D. fibula für identisch, wie ich denn auch der Ansicht bin, dass die zahlreichen von Ehrenberg aufgestellten Arten sich auf einige wenige werden reduciren lassen.

Die Bestandtheile des Skelets aller Dictyochen sind kleine, mit Stacheln besetzte, meist viereckige Kieselrähmchen, auf denen verschiedenartig gestaltete und gehäuseartig unter einander verbundene Spangen aufsitzen (Taf. IX, Fig. 5). Bei unserer D. fibula, wo das Skelet verhältnissmässig am einfachsten ist und wo es von Ehrenberg und Haeckel ganz naturgetreu abgebildet wurde, sind die Kieselrähmchen genau quadratisch und tragen an jeder Ecke einen ansehnlichen Stachel; ferner werden sie von einer Art Bügel überbrückt, welcher, schräg in der Diagonale gestellt, sich an der Basis beiderseits in zwei Zweige theilt und so an den 4 Leisten des Rähmchens in einiger Entfernung von den Ecken befestigt ist. An der Verbindungsstelle sind die Leisten schwach eingeknickt und werden in Folge dessen in zwei verschieden grosse Abschnitte zerlegt, welche so vertheilt sind, dass je zwei grössere und je zwei kleinere einen der vier Winkel des Rähmchens erzeugen. Auf dem Bügel können ein oder mehrere Stacheln sitzen, doch sind dieselben nicht einmal bei den Skeletstücken desselben Exemplars überall vorhanden. Alle Spangen eines Kieselrahmens sind dreikantig und, was noch wichtiger ist, hohl; dabei ist der in ihnen enthaltene Hohlraum continuirlich und nicht durch Septen abgetheilt.

Zahlreiche Kieselstücke, wie wir sie soeben beschrieben haben, liegen in den oberflächlichen Gallertschichten dicht neben einander, so dass das Ansehen einer Gitterkugel entsteht; ein Zusammenhang war jedoch zwischen ihnen nicht nachweisbar, vielmehr wurde der Zusammenhalt nur durch die Berührung der vier an den Ecken befindlichen Stacheln bedingt. Stets sind die Bügel nach aussen gewandt und scheinen die auf ihnen stehenden Stacheln über die Oberfläche der Gallerte hervorzuragen.

1) Ch. G. Ehrenberg: Ueber noch jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abhandl. der Berliner Acad. 1839. S. 149, Taf. IV, Fig. 16. Ferner Mikrogeologie Taf. XXII, Fig. 42.

Die Grösse der einzelnen Kieselrähmchen ist eine variable; während die Seiten des Quadrats meist 14—16 μ betrugen, so waren dieselben bei einigen wenigen ansehnlicheren Rähmchen, die sich bei beiden Exemplaren vorfanden, 40 μ gross. Ob diese letzteren in einer bestimmten Anordnung vorkommen, war bei dem defecten Zustand der Skelete nicht zu entscheiden.

Wie sich die Aulacanthen und Dictyochen den Colliden vergleichen lassen, so erinnert die Aulosphaera elegantissima an die Ethmosphaeriden, in sofern ihr Skelet eine mit radialen Aufsätzen versehene, schon von Haeckel sehr ausführlich beschriebene Gitterkugel ist. Dieselbe liegt extracapsulär, wird durch einen weiten Zwischenraum von der Oberfläche der Centralkapsel getrennt und besteht aus dreieckigen Maschen, die unter einander gleich gross und von gleichen Seiten begrenzt sind. Jedesmal sechs Dreiecke finden sich um einen gemeinsamen Punkt zu einer hexagonalen Figur vereint und nur selten werden dadurch, dass die Spitzen von sieben oder nur von fünf Dreiecken zusammenstossen, Unregelmässigkeiten hervorgerufen, welche sich dann stets rasch ausgleichen.

Die einzelnen Spangen der Gitterkugel sind Röhren, die sich an den Enden etwas verbreitern und nicht, wie Haeckel annimmt, durch Naht äusserlich aneinandergefügt, sondern untereinander fest verschmolzen sind. Da das Gleiche auch von den radialen Stacheln gilt, welche von jedem Knotenpunkt der Gitterung entspringen, so ist das ganze Skelet sammt seinen Aufsätzen ein einheitliches, nicht aus Einzelstücken aufgebautes Ganze; wenn man es zerquetscht, zersplittern seine tangentialen Röhren in ihrem Verlauf, bleiben aber an den Enden in Form eines sechsstrahligen Sterns zusammenhängen (Taf. IX, Fig. 1); ebenso werden sie auch nicht bei der Anwendung von Reagentien, z. B. von Natronlauge von einander gelöst.

Haeckel giebt ferner an, dass die Lumina aller Röhren unter einander communiciren, so dass die Gitterkugel ein continuirliches Canalnetz, welches auch in die Stacheln eindringt, enthalten würde. Dies ist jedoch nicht der Fall; vielmehr gehen vom Mittelpunkt des sechsstrahligen Sterns, welcher durch die Vereinigung der Röhrenenden gebildet wird, sechs in radialer Richtung verlaufende Scheidewände aus, welche die Canäle von einander trennen; ebenso ist auch der Binnenraum der Stacheln vollkommen in sich abgeschlossen. Jede Scheidewand ist einfach und gehört daher zwei benachbarten Röhren zugleich an, ein Umstand, der ganz besonders die feste Vereinigung der letzteren bedingt. Im Centrum, wo die radialen Septen zusammen treffen, befindet sich auf der Innenseite der Gitterkugel eine kleine Vertiefung, die von Haeckel für eine Oeffnung gehalten wurde, durch welche man in das Hohlraumsystem der Gitterkugel gelangen könne und durch welche die extracapsuläre Sarkode in der That auch hinein gelange; die Existenz einer solchen Oeffnung, wie überhaupt einer jeden nach aussen führenden Communication muss ich in Abrede stellen, wie denn auch das Protoplasma nur äusserlich das Skelet mit einem Spinnenwebenetze überzieht, das sich zwischen den tangentialen und radialen Röhren ausspannt.

Am Grund der besprochenen kleinen Vertiefung befestigt sich ein ausserordentlich feines Kieselfädchen, das man erst nach der Entfernung des anhaftenden Protoplasma mittelst Natronlauge oder Schwefelsäure gut zu Gesicht bekömmt (Taf. IX, Fig. 1 b); es ragt in radialer Richtung, jedoch nur auf eine kurze Entfernung, nach innen hervor, als ob es sich mit der Centralkapsel vereinigen wollte, und macht von oben gesehen den Eindruck eines hell leuchtenden Punktes. Von ihm aus entspringen sechs weitere Fädchen, welche in den tangentialen Röhren der Gitterkugel und zwar auf der Innenseite der nach der Centralkapsel zu gelegenen Wand verlaufen. Ein achtes Fädchen endlich steigt in der Verlängerung des zuerst beschriebenen in der Axe des Röhrenstachels bis zur Spitze desselben auf und erscheint von oben ebenfalls nur als ein Punkt im Centrum des kreisförmigen Stachelquer-

schnitts. An abgebrochenen Stücken steht es nicht selten eine Strecke weit frei über die Bruchstelle hervor.

Auf der Oberfläche der Stacheln wurden von Haeckel 6—10 „Wimperquirle" nachgewiesen: kleine in Wirteln gestellte Kieselfortsätze, welche bei den von mir untersuchten Exemplaren jedesmal zu vier in einem Kreis vereint waren; sie sind schwach Sförmig gebogen und enden peripher mit einer geringfügigen Verdickung; an ihrer Basis verlängern sie sich meist in das Innere des Stachels hinein und verbinden sich mit dem in der Stachelaxe befindlichen Kieselfädchen.

Mit der Aulosphaera elegantissima nahe verwandt ist eine neue Art, die Aulosphaera gracilis, von jener unterschieden sowohl durch die grössere Feinheit, als auch die abweichende Anordnung der Skeletstücke. Dieselben sind 90 μ lange, noch nicht 2 μ dicke Stäbchen, die durchaus den Eindruck von soliden Gebilden machen (Taf. IX, Fig. 4); auch konnte ich mit Hilfe der Haeckel'schen Gasimprägnation (durchtränken mit Soda und darauf folgende Behandlung mit irgend einer Mineralsäure) in ihnen keinen Hohlraum entdecken, so dass ein solcher entweder überhaupt fehlt, oder durch irgend eine andere homogene Masse erfüllt ist (vergl. hierüber die Schilderung des Coelodendrum). Unter einander sind die Stäbchen zu einer Gitterkugel fest verschmolzen, deren Maschen zwar im Allgemeinen ebenfalls gleichseitig dreieckig sind, im Einzelnen aber viel häufiger als bei der A. elegantissima Unregelmässigkeiten unterliegen. So kömmt es vor, dass die Zahl der von einem Knotenpunkt ausgehenden Stäbchen mehr oder auch weniger als sechs beträgt, dass die Stäbchen durch Querbrücken unter einander zusammenhängen, oder dass sie anstatt von einem Knotenpunkt von einem anderen Stäbchen entspringen. Besonders aber muss hervorgehoben werden, dass eine Anzahl Stäbe, welche die übrigen an Grösse übertreffen, über die Ebene der Gitterkugel hervorragen und nach aussen von ihr ein zweites grossmaschigeres Gitterwerk bilden; dieselben verlaufen nämlich nicht von einem Knotenpunkt zum nächstgelegenen, sondern setzen sich über denselben hinaus fort, um sich mit Stäben, die ebenfalls von einem entfernteren Punkt herstammen, zu verbinden. Leider habe ich kein einziges Mal unverletzte Exemplare der Au. gracilis erhalten, da das äusserst zarte Skelet leichter als bei den meisten anderen Radiolarien beim Einfangen mit dem Müller'schen Netz zerstört wird; ich kann daher über die Anordnung des äusseren, die eigentliche Gitterkugel bedeckenden Kieselnetzes Nichts genaueres mittheilen.

Wie aus der Darstellung ersichtlich ist, unterscheidet sich das Skelet der Aulosphaera gracilis sehr wesentlich von dem der Au. elegantissima; vielleicht trifft für sie nicht einmal der Charakter zu, der zur Wahl des Namens „Aulosphaera" Veranlassung gegeben hat, nämlich die Anwesenheit eines Achsencanals in den Gitterstäbchen. Wenn ich gleichwohl die neue Form nicht generisch von der Au. elegantissima getrennt habe, so bestimmt mich ausser den schon hervorgehobenen Aehnlichkeiten noch der Umstand, dass die gleichen radialen Aufsätze vorkommen wie bei jenem Radiolar. Dieselben sind ebenfalls solide, 2 μ breite und 80 μ lange Stacheln, die den Knotenpunkten der Gitterkugel aufsitzen und an ihrer Spitze vier Wimperquirle tragen. Jeder der Wimperquirle wird von vier schwach gebogenen kleinen Kieselfortsätzen zusammengesetzt.

Die vierte Tripyleengattung Coelacantha schliesst sich durch den Besitz einer aus hohlen Stäbchen bestehenden Gitterkugel an die Aulosphaeren an, sie entfernt sich aber von ihnen dadurch, dass ausserdem noch eine kugelige Schale vorhanden ist, die nach innen von jener gelegen und mit ihr durch radiale Stäbe verbunden ist, aber einen völlig anderen Bau zu erkennen giebt. In diesem zweiten Charakter nähert sich die Coelacantha dem Coelodendrum, so dass sie als eine Uebergangsform zwischen beiden Gattungen angesehen werden kann.

Die kugelige Schale — so bezeichne ich den inneren der beiden sphärischen Skelettheile — ist bei der Coelacantha anchorata (Taf. IX, Fig. 2) nur wenig grösser als die von ihr dicht umschlossene Centralkapsel und erinnert in ihrer Structur am meisten an die Gehäuse der Collosphaeren. Dementsprechend wird sie von zahlreichen unregelmässigen Oeffnungen durchbrochen (Fig. 2 c), die bald mehr rundlich bald mehr eckig sind und durch breite Gitterbrücken von einander getrennt werden. Die Oeffnungen sind schwer wahrzunehmen, trotzdem ihre Ränder etwas verdickt erscheinen; dies letztere Bild könnte übrigens vielleicht auch dadurch veranlasst sein, dass die Kieselbrücken hohl sind, ein Punkt, der wegen der Durchsichtigkeit der ganzen Kugel nicht hat sicher gestellt werden können.

Von der Oberfläche der Kugelschale erheben sich etwa 30—40 dünne, 150 μ lange Radialstäbe, welche von einem Längscanal durchzogen sind und nach ihrer Basis zu allmählig breiter werden. Hierbei scheint sich auch der Längscanal auszuweiten und sich trichterartig in den Binnenraum der Schale zu öffnen, doch wäre es immerhin möglich, dass er wie bei den Stacheln des Coelodendrum durch eine bei der Feinheit des Canals nicht leicht nachweisbare Scheidewand verschlossen ist.

Das Ende eines jeden Stabes hängt mit einer tangential verlaufenden Röhre in der Weise zusammen, dass er auf ihrer Mitte senkrecht steht und mit ihr gemeinsam somit eine T förmige Figur erzeugt; die Röhren sind besonders nach den etwas kolbig verbreiterten Enden hin beträchtlich dicker als die Stäbchen und vereinigen sich unter einander zu der äusseren an die Aulosphaeren erinnernden Gitterkugel, deren Bau leider nicht mit der genügenden Sicherheit hat bestimmt werden können, da sie wegen der geringen Festigkeit ihrer Theile und der sie stützenden radialen Stäbe bei allen untersuchten Exemplaren stark verletzt war. Ihre Maschen scheinen stets fünfeckig zu sein; in jeder Maschenecke stossen unter gleichen Winkeln, wie ich bestimmt behaupten kann, stets nur drei Röhren zusammen, die wie bei den Aulosphaeren nicht von einander getrennt werden können und deren Lumina durch drei radiale von einem Punkt aus beginnende Septen gegen einander abgeschlossen sind. Auf der Vereinigungsstelle erhebt sich ferner noch ein langer radialer Stachel, der gleichfalls hohl ist, ohne mit den Röhren zu communiciren; er trägt sechs Wimperquirle, von denen ein jeder 4—5 „Kieselwimpern“ enthält. Diese sind schräg zur Stachelröhre gestellt und werden mit jedem Quirl nach der Stachelspitze zu kleiner.

Wenn wir nun das gegenseitige Lageverhältniss der radialen Stacheln und Stäbe berücksichtigen, so prägt sich hierin ein bemerkenswerther Unterschied im Verhältniss zu den Ommatiden aus. Während bei diesen beide Theile in einer Linie liegen, sind sie bei den Coelacanthen möglichst weit von einander entfernt. Ob diese Verschiedenheiten durch einen verschiedenen Wachsthumsmodus der Skelete veranlasst sind, kann ich nicht entscheiden.

In der Axe aller röhrigen Skelettheile — mit Ausnahme der radialen Stäbe — verläuft ein feiner Kieselfaden (Taf. IX, Fig. 2 a u. b), wie wir ihn schon bei den Aulosphaeren kennen gelernt haben; ausserdem werden alle Röhren durch quere Scheidewände in eine grössere Anzahl Abschnitte zerlegt. Bei den Stäben sind 5—6 Septen vorhanden, bei den Stacheln sechs, die in ihrer Stellung durch die Wimperquirle bestimmt werden; bei den tangentialen Röhren endlich findet sich eine Scheidewand an der Vereinigungsstelle mit dem Stab; sie theilt die Röhre in zwei Hälften, von denen eine jede wieder ihre 1—3 Septen besitzt.

An allen Stellen wo die Skeletröhren durch Septen abgetheilt sind, tragen sie eigenthümliche Anhänge, von denen jedesmal drei in einem gemeinsamen Quirle stehen (Taf. IX, Fig. 2 b); es sind dies feine 40 μ lange Kieselfäden, welche an ihrem Ende mit drei Widerhaken ausgerüstet sind und

Ankerhaken heissen mögen, weil sie den kleinen in Fischerbooten gebräuchlichen, dreizähnigen Ankern gleichen.

Es bleibt uns nur noch die Gattung Coelodendrum zu betrachten übrig, von welcher ich nur eine geringe Anzahl Individuen beobachtet habe, die ich insgesammt auf das C. ramosissimum beziehe. Das Skelet dieses Radiolars wird von baumförmig verästelten Röhren gebildet, welche zwei halbkugeligen Gitterschalen aufsitzen (Taf. X, Fig. 12). Die letzteren sind symmetrisch angeordnet und liegen extracapsulär in der trüben Sarkodemasse des Pseudopodienmutterbodens und nicht wie Haeckel angiebt, im Inneren der Centralkapsel. Es geht dies daraus hervor, dass man die Centralkapsel unverletzt herausschälen kann, indem man die Skelettheile, wie die beiden Schalen einer Muschel, auseinanderklappt. Unter einander können zwar beide Halbkugeln, wie ich es einmal beobachtete, durch spärliche, dünne Skeletbrücken verbunden sein; doch sind sie nach meiner Ansicht zwei von Anfang an stets getrennte Stücke, die erst secundär zur Vereinigung gelangen, wie man denn gewöhnlich beide auch völlig getrennt antrifft. Haeckel, welcher in seinen Beobachtungen mit mir übereinstimmt, ist hier anderer Meinung, indem er es für wahrscheinlich hält, dass beim unverletzten Thier eine einzige Gitterkugel vorhanden ist, die aber in Folge der Brüchigkeit der äquatorialen Theile leicht in zwei Hälften zerfällt.

Die Gitterlöcher sind im Allgemeinen sehr klein, so dass sie häufig selbst bei starken Vergrösserungen nur wie Punkte aussehen; je nach den einzelnen Partieen der Schale sind sie verschieden dicht gestellt. Die Randpartieen, mit welchen die Halbkugeln unter einander verwachsen können, sind so reichlich von Oeffnungen durchbohrt, dass die dazwischen übrigbleibenden Brücken nur als eine Art von zartem Spinnenwebe erscheinen. Hieran stösst eine Zone, wo die Gitterlöcher so spärlich und klein sind, dass man fast von einer soliden Kiesellamelle reden könnte. Auf der Convexität der Halbkugel endlich sind die Oeffnungen wieder grösser und reichlicher. Hier erhebt sich ferner ein unregelmässig kegelförmiger Aufsatz mit dreieckiger Grundfläche, dessen Wand bis auf ein paar grössere Oeffnungen solid ist, während Haeckel in sie zahlreiche kleine Gitterlöcher hineingezeichnet hat. Der Binnenraum des Aufsatzes wird durch eine gegitterte Lamelle, einen Theil der halbkugeligen Schale, von dem Binnenraum der letzteren getrennt (Taf. X, Fig. 12 a).

Die Röhren des Skelets befestigen sich jederseits in der Anzahl von vier auf den beschriebenen kegelförmigen Aufsätzen; hierbei sind sie auf die drei Ecken eines Aufsatzes derart vertheilt, dass an einer derselben zwei gemeinsam entspringen; an ihrer Basis hängen diese beiden eine kurze Strecke weit zusammen, ohne dass jedoch ihre Lumina mit einander in Communication ständen, da zwischen ihnen eine deutliche Scheidewand vorhanden ist. Die gleichen Ursprungsverhältnisse der Röhren hat Haeckel ebenfalls mehrfach beobachtet, ausserdem aber noch mannigfache andere, so dass in diesem Punkte keine Gesetzmässigkeit zu herrschen scheint. Dagegen verhalten sich wenigstens bei den von mir untersuchten Exemplaren die beiden Seiten völlig gleich, so dass eine strenge Symmetrie durchgeführt ist; bei einer bestimmten Lagerung erblickt man daher rechts und links die Halbkugeln mit ihren Aufsätzen und von diesen ausgehend beiderseits die paarig entspringenden Röhren und nach vorn und hinten von ihnen die isolirt festsitzenden.

Die Hohlräume der Röhren sind gegen das Lumen des kegelförmigen Aufsatzes durch feine Kiesellamellen vollkommen abgeschlossen. Haeckel hat eine solche Scheidewand in einer sich auf Coelodendrum gracillimum beziehenden Abbildung (Taf. XXXII, Fig. 2 seiner Monographie) gezeichnet; ohne sie jedoch in den Beschreibungen zu erwähnen; im Gegentheil giebt er sogar an, dass das Innere der Röhren von der Centralkapselseite aus zugängig sei, indem von hier aus Protoplasma in dasselbe

einträte. Die hierbei von Haeckel vorausgesetzte Communication muss ich jedoch nach meinen Beobachtungen in Abrede stellen, da weder die Septen gegittert sind, noch auch je Protoplasma im Inneren der Röhren nachweisbar ist. Ueberhaupt bin ich nicht sicher, ob nicht der Hohlraum der Röhren von einer homogenen organischen Substanz (vielleicht von Gallerte?) erfüllt ist, für deren Anwesenheit folgende Beobachtungen sprechen. Das Skelet eines Coelodendrum reinigte ich mit Schwefelsäure von anhängendem Protoplasma, liess es trocknen und setzte dann Wasser hinzu, um zu sehen, in wie weit die Röhren sich mit Luft gefüllt hätten. Dies war nur an wenigen Stellen der Fall, während im Uebrigen der Inhalt von einer homogenen Masse gebildet wurde. Als ich das Skelet von Neuem trocknete und mit Schwefelsäure stärker erhitzte, zerfiel die homogene Masse in feine schwärzliche Körnchen oder verschwand überhaupt ganz; nun erst drang Luft beim Trockenen in die Canäle allerorts ein. Leider habe ich kein weiteres Material gehabt, um die hier kurz mitgetheilte Beobachtung weiter verfolgen zu können.

Bei den Coelodendren, welche den vorstehenden Angaben zu Grunde liegen, verästelten sich die Röhren zwar mehrfach dichotomisch hintereinander, aber nie so häufig, dass schliesslich ein dichter Wald von Ausläufern entstanden wäre, wie ihn Haeckel in Figur 4 auf Tafel XIII abbildet. Die Aeste wurden mit jeder Theilung dünner und bildeten mit einander einen Winkel von 90°; zugleich stand jede Theilungsebene zur nächstfolgenden und zur vorausgehenden senkrecht (Taf. X, Fig. 12 c). Die feinsten Zweige waren etwa 4 μ stark und durch ein queres Blättchen geschlossen; von ihrem Ende entsprangen 4—6 kleine, etwas widerhakenartig nach rückwärts gebogene Zinken, so dass man bei der Ansicht von oben das Bild eines 4—6strahligen Sterns erhielt. Eine in der Mitte des Sterns befindliche kreisförmige Figur erweckte zwar die Vorstellung einer terminalen Oeffnung, wurde aber nach meiner Ansicht durch den optischen Querschnitt der Röhre selbst verursacht, da eine Oeffnung auch bei seitlicher Ansicht hätte nachgewiesen werden müssen.

In dieser Schilderung der Endäste weiche ich von Haeckel ab, welcher einerseits der kleinen Widerhaken keine Erwähnung thut, andererseits angiebt, dass die Aestchen zum Theil unter einander anastomosiren, zum Theil nach aussen münden. Der Unterschied in diesen Angaben erklärt sich vielleicht daraus, dass Haeckel eine andere Art vor sich gehabt hat, worüber uns erst weitere Untersuchungen Aufschluss verschaffen können.

II. Der Weichkörper der Tripyleen.

Die Centralkapsel aller Tripyleen ist eine Kugel, welche auf zwei entgegengesetzten Polen constant etwas abgeplattet ist, so dass einer ihrer Durchmesser hinter den übrigen an Grösse zurücksteht; dieser kürzere Durchmesser ist für die Lage der sogleich näher zu schildernden Oeffnungen in der Centralkapselmembran bestimmend und soll daher als Hauptaxe besonders bezeichnet werden.

Die Kapselmembran (Taf. X, Fig. 1) ist doppelt, wovon man sich namentlich an den grösseren Tripyleen z. B. den Aulacanthen und Aulosphaeren gut überzeugen kann. Zu äusserst findet sich eine feste, deutlich doppelt contourirte Hülle, die gar nicht übersehen werden kann, und nach innen von derselben ein dünnes, den Kapselinhalt unmittelbar überziehendes Häutchen, das erst unter der Einwirkung von Reagentien hervortritt. Bei allen Centralkapseln nämlich, die von mir in Osmiumsäure gehärtet, in Carmin gefärbt und in 50 % Alkohol conservirt worden sind, ist die äussere Membran vom Protoplasma weit abgehoben, und auf der Oberfläche dieses letzteren liegt noch das dünne Häutchen gefaltet und gerunzelt, wie zerknittertes Papier. Im frischen Zustand ist dasselbe nicht wahrzunehmen, weil dann beide Membranen dicht auf einander gedrückt wie Eins erscheinen.

In der Centralkapselmembran sind nur drei Oeffnungen vorhanden, die aber nicht wie bei den übrigen Radiolarien feine Poren, sondern relativ weite, von kreisförmigen Contouren begrenzte Oeffnungen sind. Durch ihre Grösse wird die durch ihre geringe Zahl bedingte Beschränkung der Communication zwischen intra- und extracapsulärer Sarkode wieder ausgeglichen.

Von den drei Oeffnungen ist eine, die „Hauptöffnung" (a), grösser als die beiden übrigen, die Nebenöffnungen; sie liegt an dem einen Pol der Hauptaxe, den wir den oralen nennen wollen, während die beiden Nebenöffnungen der aboralen Seite der Centralkapsel angehören; beim lebenden Thier ist sie von der trüben extracapsulären Sarkode ganz verdeckt, woraus es sich wohl erklärt, dass sie bisher übersehen worden ist; sowie man aber die Centralkapsel enucleirt, ist sie sehr leicht nachzuweisen.

Die Stelle, welche die Hauptöffnung trägt, oder der „Oeffnungshof" ragt über das Niveau der Centralkapsel hervor; bei den Aulacanthen und Aulosphaeren (Taf. X, Fig. 10) ist die Prominenz wie ein stark gewölbtes Uhrglas, bei den Coelodendren (Taf. X, Fig. 3 a) wie eine Brustwarze beschaffen, bei den Coelacanthen (Taf. X, Fig. 9) und Dictyochen endlich ist sie ein kegelförmiger Aufsatz; an ihrer Spitze verlängert sie sich weiter in eine bei den Coelodendren besonders lange Röhre, durch deren geöffnetes Ende die intracapsuläre Sarkode in Form eines homogenen Stranges hervortritt.

Gegen die Umgebung setzt sich der Oeffnungshof (Taf. X, Fig. 4 u. 5), wie man dies bei der Ansicht von oben wahrnimmt, mit einer kreisförmigen Linie ab, welche um so deutlicher ist, als innerhalb derselben die Kapselmembran eine abweichende Structur besitzt; es laufen nämlich von der Oeffnung aus nach der Peripherie radiale Streifen, welche in der Mitte fein beginnen, nach aussen sich verbreitern und am Rand des Oeffnungshofes aufhören, als wären sie scharf abgeschnitten. Die durch sie bedingte, relativ derbe Streifung darf, wie ich gleich hier hervorheben will, nicht mit einer anderen Streifung verwechselt werden, die viel feiner ist und ihren Sitz im Protoplasma der Centralkapsel hat.

So weit lässt sich die Structur der Hauptöffnung und ihrer Umgebung durch die Untersuchung von enucleirten Centralkapseln lebender Thiere ermitteln; um weiter zu gelangen und namentlich um festzustellen, in welcher Weise sich die beiden Kapselmembranen betheiligen, muss man zur Anwendung von Reagentien schreiten. Wenn sich unter dem Einfluss derselben die beiden Membranen von einander abheben, so bleiben sie zwar gewöhnlich an den drei Oeffnungen und besonders an der Hauptöffnung mit einander in Zusammenhang; doch findet man sie auch unter besonders günstigen Verhältnissen ab und zu völlig getrennt, so dass dann der Kapselinhalt mit dem feinen ihn bedeckenden Häutchen frei innerhalb der äusseren derberen Hülle liegt (Taf. X, Fig. 1). Der dem Oeffnungshof angehörende Theil der letzteren erweist sich auf einem solchen Präparat als völlig strukturlos und bildet allein die Röhre, welche die eigentliche Oeffnung trägt; durch vieles Hin- und Herschütteln kann er von der Umgebung abgetrennt werden (Taf. X, Fig. 1 a) wie ein mit einem Locheisen herausgeschlagenes kreisrundes Stück, und es entsteht so in der Kapselmembran ein grosses Loch mit schwach verdickten Rändern. Der darunter befindliche Abschnitt der inneren Haut ist Sitz der radialen Streifung, welche durch leistenartige Verdickungen in ihr bedingt ist.

Die beiden Nebenöffnungen (Fig. 2 b) sind rechts und links in geringer Entfernung vom aboralen Ende der Hauptaxe angebracht und stimmen im Baue völlig unter einander überein. Sie sind complicirter beschaffen und daher schwieriger zu verstehen und zu beschreiben, als die Hauptöffnung. Bei den Aulacanthen und Aulosphären, bei denen sie am leichtesten beobachtet werden können (Fig. 7) gewahrt man im frischen Zustand einen kleinen ringförmigen Aufsatz der Kapselmembran, etwa von der Gestalt eines kurzen Flaschenhalses; er ist bald höher bald flacher, bald sitzt er auf der Convexität

der Centralkapsel bald in einer flachen Vertiefung derselben; sein freies Ende ist geöffnet und der Oeffnungsrand wie der Rand eines Bechers etwas nach aussen gewandt.

Im Inneren dieses „Oeffnungshalses" findet sich eine kleine conische Erhebung „der Oeffnungskegel", aus dessen Ende an enucleirten Centralkapseln ein breiter Sarkodefaden hervortritt. Der Kegel ist entweder kleiner als der Oeffnungshals oder er überragt ihn nur um Weniges; seine Basis ruht auf einer homogenen Masse, die schon innerhalb des Centralkapselinhalts liegt und etwa die Form einer Halbkugel besitzt. Die Convexität derselben ist nach dem Innern der Centralkapsel gewandt und schneidet gegen das umgebende Protoplasma scharf ab, als würde sie von einer Membran bedeckt. In Carmin färbt sich die halbkugelige Stelle sehr stark, wodurch es dem Beobachter erleichtert wird, die Nebenöffnungen nachzuweisen.

Wendet man Reagentien an, durch welche die äussere Membran abgehoben wird, dann stülpt sich der Oeffnungshals nach innen ein und ragt nun in derselben Weise in die Centralkapsel vor, wie früher über ihre Oberfläche (Taf. X, Fig. 6); an dem eingestülpten Theil kann man eine derbere und eine zarthäutigere Partie unterscheiden, letztere verbindet sich mit der inneren Membran, welche den Centralkapselinhalt unmittelbar umgiebt und sich an der Zusammensetzung der Nebenöffnung in sofern betheiligt, als sie den Oeffnungskegel bildet.

Ist die durch die Reagentien bedingte Abhebung der äusseren Membran sehr stark, dann reisst der Zusammenhang der letzteren und der inneren Haut und man erhält folgendes Bild (Fig. 1 u. 8). Auf der einen Seite liegt der Centralkapselinhalt sammt der zerknitterten inneren Haut und dem von dieser gebildeten Oeffnungskegel; auf der andern Seite findet sich getrennt die äussere Membran, von der nach innen der umgestülpte Oeffnungshals ausgeht.

Nach den hier referirten Beobachtungen zeigt die Nebenöffnung der Tripyleen folgenden Bau. Die äussere Membran erhebt sich ringförmig als Oeffnungshals, schlägt sich als feines Häutchen am Rande wieder um und kleidet die innere Seite des Oeffnungshalses aus. So erreicht sie die innere Membran mit der sie verwächst, während diese den in den Oeffnungshals eindringenden Kegel aussendet. Eine Mündung existirt nur in der inneren Membran und zwar an der Spitze des Oeffnungskegels.

Bei den übrigen Tripyleen, den Gattungen Coelodendrum, Coelacantha und Dictyocha, sind die Nebenöffnungen kleiner und daher schwieriger zu erkennen als bei den Aulacanthen und Aulosphaeren. Bei den Coelodendren (Taf. X, Fig. 3) konnte ich mich indessen noch mit Sicherheit von ihrer Anwesenheit überzeugen; der Oeffnungshals ist hier sehr schmal und im Verhältniss ziemlich lang, die darunter gelegene homogene Stelle klein und auch bei Osmiumsäure-Carmin-Behandlung nicht durch besondere Imbibitionsfähigkeit ausgezeichnet. Bei der Dictyocha fibula glückte es mir, nur einmal eine Stelle zu finden, wo die äussere Membran nabelförmig eingezogen war und der inneren fest anhaftete, woraus ich auf die Anwesenheit einer Nebenöffnung schliesse; bei den Coelacanthen war auch dies nicht einmal möglich. Gleichwohl zweifele ich nicht, dass auch hier die zwei Nebenöffnungen vorhanden sind und dass nur durch ihre Kleinheit, die der geringen Grösse der gesammten Centralkapsel proportional sein wird, das negative Resultat der Beobachtung zu erklären ist; bei dieser Annahme stütze ich mich auf die grosse Uebereinstimmung, die im Bau der Centralkapseln bei den Tripyleen in allen übrigen Punkten besteht.

Wenn wir nun weiter den von der Kapselmembran umschlossenen Inhalt betrachten, so wird derselbe zum grössten Theil von dem bei den Tripyleen ganz ausserordentlich grossen, im Centrum des Körpers gelegenen Kern gebildet. Derselbe wurde von Haeckel bei den Aulacanthen und Aulosphaeren entdeckt und in gleicher Weise wie bei den Colliden und Heliosphaeren „Binnen-

bläschen" genannt; seine Anwesenheit bei den Coelodendren wurde wenigstens wahrscheinlich gemacht.

Gewöhnlich besitzt das Binnenbläschen (n) einen Durchmesser, der $^2|_3$ des Centralkapseldurchmessers beträgt; in seiner Form ahmt es die Gestalt der Centralkapsel nach und ist demgemäss eine in der Richtung der Hauptaxe des Körpers etwas abgeplattete Kugel; seine Structur ist selbst bei derselben Art eine verschiedene, ohne dass ich jedoch ein genügendes Material zur Verfügung gehabt hätte, um über die Bedeutung der Verchiedenheiten zu einem bestimmten Resultate zu gelangen. Stets ist eine feine Membran nachweisbar und in derselben eine feinkörnige Grundmasse; wechselnd sind dagegen die in der Grundmasse eingebetteten Nucleoli. Bei vielen im frischen Zustand untersuchten Aulacanthen schienen sie sowohl in beträchtlicher Anzahl vorhanden als auch recht gross zu sein; häufig erhielt ich Bilder, als läge unter der Kernmembran ein Nucleolus neben dem andern (Taf. X, Fig. 10); indessen ist es mir nie geglückt, einen derartigen Befund durch Behandlung mit Reagentien, namentlich mit Carminosmiumsäure zu fixiren; stets ergab sich dann ein Kern mit feinkörniger Masse, in welcher nur hier und da ein Nucleolus eingebettet war; immerhin war die Zahl derselben bei der Grösse des ganzen Organs keine geringe und belief sich bei einigen Exemplaren auf etwa 30 (Fig. 1, 13 b). Einige Kernkörperchen besassen auf ihrer Oberfläche rundliche und spitze Fortsätze, wie Amoeben, die während ihrer Wanderung plötzlich abgetödtet sind, und muss es daher für wahrscheinlich gelten, dass sie im Leben zu amoeboiden Bewegungen befähigt sind, wie dies schon von den Nucleoli der verschiedensten Zellen bekannt ist.

Bei einem weiteren ebenfalls häufigen Kernzustand treten sehr zahlreiche kleine Nucleoli in der fein granulirten Kernmasse auf, als wäre letztere ganz von Kugelbacterien erfüllt (Fig. 13 a). Solche Kerne wurden sowohl im frischen Zustand als auch nach Osmiumcarminbehandlung untersucht.

Endlich habe ich noch einige allerdings nur seltene Bilder zu erwähnen, welche an die Beschreibungen erinnern, die Flemming[1]) von den Kernen der Epithelzellen in der Harnblase des Frosches und Eimer[2]) von den Kernen sehr verschiedenartiger Zellen gegeben hat. Der ganze Kern wurde von einem Netzwerk durchsetzt, in welchem die Kernkörperchen zerstreut lagen. Das eine Mal (Fig. 9) war das Netz weitmaschig, die Zahl der Kernkörperchen gering, ihre Grösse sehr schwankend; das andere Mal (Fig. 2) war das Netz sehr fein, und in jedem Knotenpunkt fand sich ein kleiner Nucleolus.

Den nach Abzug des Kernes übrig bleibenden Inhalt der Centralkapsel beschreibt Haeckel bei Aulacantha als „eine dichtgedrängte Masse kleiner, heller, kugeliger Bläschen von 0,008 mm, deren jedes ein dunkles Körnchen umschliesst, mit spärlicher feinkörniger Zwischensubstanz". Ebenso soll er auch bei den Aulosphaeren „aus kleinen wasserhellen Bläschen (Zellen?) von 0,005 — 0,015 mm Durchmesser bestehen, deren jedes 1 — 2, selten 3 dunkle glänzende Körnchen von 0,001 mm (Kerne?) einschliesst". Bei Coelodendrum werden dieselben Gebilde „wasserhelle Zellen mit dunklem rundlichem Kern" genannt, „welche durch mehr oder weniger reichliche, trübkörnige, schleimige Zwischensubstanz (intracapsuläre Sarkode) getrennt sind".

Die von Haeckel gemachten Beobachtungen kann ich der Hauptsache nach nur bestätigen, dagegen weiche ich in der Deutung der kugeligen Gebilde von ihm ab. Bei allen Tripyleen wird der Zwischenraum zwischen Kern und Kapselmembran mit Ausnahme der unmittelbar unter den drei Oeffnungen gelegenen Partieen von einer feinkörnigen Sarkode eingenommen, in welcher helle kugelige Stellen in solcher Anzahl vorhanden sind, dass die Sarkode selbst nur dünne Brücken zwischen ihnen

1) W. Flemming, Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XIII. S. 693.
2) Th. Eimer, Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns. Ebend. Bd. XIV. S. 94.

bildet (Fig. 3 v). Diese hellen Stellen verhalten sich allen Reagentien gegenüber, besonders auch gegenüber der Carminfärbung völlig indifferent, so dass sie nur für Vacuolen gehalten werden können, wie sie bei verschiedenen anderen Radiolarien z. B. den Thalassolampen vorkommen. Dagegen dürfen sie nicht mit den homogenen Körpern auf gleiche Stufe gestellt werden, welche für die Sphaerozoiden und Acanthometriden charakteristisch sind und den histologischen Werth von Zellkernen besitzen. Wenn sie auch in ihrem äusseren Ansehen nicht leicht von ihnen zu unterscheiden sind, was ja bei Kernen und Vacuolen auch sonst nicht immer leicht gelingt, so bewahrt doch das verschiedene mikrochemische Verhalten vor einer Verwechselung.

Die Grösse der Vacuolen unterliegt geringen Schwankungen, indem sie bei Aulacanthen 5—15 μ, bei den Aulosphaeren 10—20 μ beträgt. Ihre Zahl ist am beträchtlichsten bei den Arten mit grossen Centralkapseln, wie den Aulosphaeren, Aulacanthen und Coelodendren, bei welchen sie in 2—3 Schichten über einander angeordnet sind; dagegen sind sie spärlich bei den Coelacanthen und Dictyochen, ja sie können sogar hier ganz fehlen.

In den Vacuolen liegen die schon von Haeckel wahrgenommenen und als Kerne gedeuteten feinen Körnchen; sie sind meist einzeln und nur bei den Coelodendren zu kleinen Häufchen vereint; ihrer Beschaffenheit nach sind sie stark lichtbrechende Körperchen, welche, wie aus ihrem optischen Verhalten geschlossen werden kann, aus Fett bestehen; dass sie in der That in den Vacuolen eingeschlossen und nicht äusserlich denselben angelagert sind, liess sich in einer Anzahl Fällen durch die Beobachtung sicher stellen, dass sie sich in lebhaft zitternder Molecularbewegung befanden, was beim Einschluss im Protoplasma nicht gut möglich wäre. Diese Beobachtung kann uns ferner zum Beweise dienen, dass der Inhalt der kugeligen Räume eine Flüssigkeit und keine Zellsubstanz ist. Uebrigens kommen die feinen Körnchen auch an Stellen vor, wo die Vacuolen fehlen, und sind hier direct in's Protoplasma eingebettet.

Unter den drei Oeffnungen der Kapselmembran nimmt der Inhalt eine besondere Structur an, indem einmal so gut wie keine Vacuolen vorhanden sind und zweitens das Protoplasma aus feinen und blassen Fibrillen besteht, die alle radienartig nach der Oeffnung hin zusammenstrahlen. Die radiale Streifung, welche so zu Stande kömmt, ist am auffälligsten an der Hauptöffnung, wo sie von der derberen Streifung der Kapselmembran wohl unterschieden werden muss (Taf. X, Fig. 10). Die Fibrillen bilden hier eine ansehnliche Lage und vereinen sich an der Oeffnung selbst, resp. in der die Oeffnung tragenden Röhre, zu einem homogenen Strang, welcher sich an enucleirten Centralkapseln nicht selten als ein lang ausgezogener Faden darstellt und dann in Carmin auffallend stark gefärbt wird. Auf der anderen Seite gehen die Fibrillen in das gewöhnliche Protoplasma über, indem sie sich zwischen die Vacuolen einschieben und allmählig verschwinden. In der feinstreifigen Lage treten die schon bei den Vacuolen erwähnten Fettkörnchen auf, entweder vereinzelt oder in reichlicher Anzahl zu einer dunkel granulirten Stelle angehäuft; auch fanden sich zerstreut Vacuolen im Inneren der Fibrillenmasse.

Weniger ausgeprägt als an der Hauptöffnung ist die Protoplasmastreifung an den Nebenöffnungen, an denen sie am klarsten zu erkennen ist, wenn man genau von oben auf die Mündung des Oeffnungshalses herabsieht (Taf. X, Fig. 14). Die feinen Fäden convergiren hier alle nach der homogenen, in Carmin sich stark imbibirenden halbkugligen Stelle und hören an der Oberfläche derselben wie abgeschnitten auf. Die scharfe Contour, welche die Grenze bezeichnet, spricht dafür, dass zwischen der homogenen und fibrillären Masse eine Scheidewand in Form einer Membran existirt (Fig. 8). Im Uebrigen kehren dieselben Verhältnisse wieder wie bei der Hauptöffnung; die Fibrillen vereinen sich — sofern eine Membran da ist, nach Durchbohrung derselben — zu einem homogenen

Protoplasma, welches durch seine starke Imbibitionsfähigkeit bedingt, dass unter einer jeden Nebenöffnung bei Carminosmiumpräparaten eine roth gefärbte Stelle hervorleuchtet; das homogene Protoplasma tritt durch den Oeffnungskegel hervor und ist auch hier wieder an enucleirten Centralkapseln als ein homogener Faden nachweisbar. Im Ganzen giebt es somit drei solche Fäden, welche den Zusammenhang mit dem extracapsulären Weichkörper vermitteln und von denen zwei den Nebenöffnungen, ein dritter der Hauptöffnung angehört.

Der extracapsuläre Weichkörper ist in mehrfacher Hinsicht bei den Tripyleen ganz besonders charakteristisch. Die Gallerte ist voluminös, wie sonst nur noch bei den Colliden und Sphaerozoiden; sie reicht zum Beispiel bei den Aulosphaeren bis an die Gitterkugel, deren Durchmesser etwa sechsfach so gross ist, wie der Durchmesser der Centralkapsel, und bei den Aulacanthen reicht sie bis nahe zur Spitze der radialen Stacheln.

Noch auffälliger ist wegen ihrer Massenhaftigkeit, ihrer Beschaffenheit und Anordnung die extracapsuläre Sarkode. Einen so mächtig entwickelten Pseudopodienmutterboden, wie bei den Tripyleen, habe ich bei keinem anderen Radiolar wiedergefunden; er enthält feine schwärzliche Pigmentkörnchen und unregelmässig geformte klumpige Stücke von einer grobkörnigen Substanz, die bald bräunlich, bald grünlich, bald schwärzlich gefärbt ist und die den Eindruck von halb assimilirten Nahrungsbestandtheilen macht. Diese undurchsichtigen Massen verdecken jedoch nur ein Drittel der Centralkapsel, während der Rest als ein heller durchsichtiger Körper aus dem Pigmenthaufen hervorschaut (Taf. IX, Fig. 2 und Taf. X, Fig. 3). Die hierdurch bedingte einseitige Bedeckung der Centralkapsel, auf die auch Haeckel bei den Aulacanthen aufmerksam geworden ist, kehrt bei allen von mir untersuchten Tripyleen wieder und ist so charakteristisch, dass es mir nicht unmöglich erscheint, nach ihr allein die Zugehörigkeit eines Radiolars zu den Tripyleen zu entscheiden. Wenn ich es zum Beispiel oben für wahrscheinlich erklärt habe, dass Haeckel's Thalassoplancta cavispicula eine Tripylee ist, so bestimmt mich hierzu ausser dem Umstand, dass die Skeletstücke hohl sind, noch die durch eine Abbildung illustrirte Angabe Haeckel's, „dass um die Centralkapsel eine mächtige rundliche Pigmentmasse angehäuft ist, aus welcher dieselbe auf einer Seite ziemlich frei hervorragt".

In der That ist auch die Pigmentvertheilung der Tripyleen — und dies ist ein weiteres Zeichen für die systematische Verwerthbarkeit des Charakters — keine zufällige, sondern wird durch den feineren Bau der Centralkapsel hervorgerufen. Die schmutzig grauen oder braunen Körnerhaufen sind ausschliesslich auf den die Hauptöffnung tragenden Theil der Centralkapsel beschränkt und finden sich am reichlichsten hier wiederum im Umkreis der Hauptöffnung selbst, so dass diese ganz von ihnen bedeckt wird; die entgegengesetzte Seite mit den Nebenöffnungen dagegen liegt nur unter einer dünnen Protoplasmaschicht.

Von dem Pseudopodienmutterboden aus durchziehen dichte Sarkodenetze die Gallerte; bei den Aulacanthen enthalten sie, wie bei den Colliden und Sphaerozoiden, zahlreiche Flüssigkeitsansammlungen, die extracapsulären Alveolen Haeckel's, die im Allgemeinen rundlich gestaltet sind, durch gegenseitigen Druck aber häufig einander abplatten; sie werden von einer deutlichen Wandschicht begrenzt, die ich aber nicht für eine besondere Membran, sondern für einen Protoplasmabeleg halte. Weniger zahlreich als bei den Aulacanthen sind die Vacuolen bei den Coelodendren; bei den übrigen Tripyleen scheinen sie überhaupt zu fehlen.

Nach Haeckel dringt die extracapsuläre Sarkode in's Innere der Skelettheile ein, durchsetzt dieselben nach allen Richtungen hin und tritt an den peripheren Enden der Stacheln oder stachelartigen Aufsätze wieder hervor. Wie ich nun schon bei der Schilderung des Skelets ein solches Ver-

halten der Sarkode für unmöglich erklärt habe, weil die Hohlräume, welche in den einzelnen Skeletstücken vorhanden sind, weder nach aussen, noch unter einander communiciren, so bin ich auch bei dem Studium des extracapsulären Weichkörpers stets zu dem Resultat gelangt, dass die Protoplasmafäden nur äusserlich die Kieselröhren umhüllen und, indem sie von der einen auf die andere übertreten, ein zartes spinnewebenartiges Netzwerk bilden, aus dem die eigentlichen Pseudopodien, die frei in's Wasser ragenden Theile, hervorgehen (Taf. IX, Fig. 2; Taf. X, Fig. 15).

An zwei Exemplaren von Coelodendrum nahm die extracapsuläre Sarkode auf der aboralen Seite in der Mitte zwischen den zwei Nebenöffnungen eine besondere Anordnung an, indem sie einen langgestreckten zuckerhutartigen Fortsatz erzeugte, der fein längsgestreift war, als sei er aus vielen blassen Fibrillen zusammengesetzt (Taf. X, Fig. 3). Der Fortsatz bewegte sich sehr langsam wie tastend, verlängerte sich und verkürzte sich, während zugleich auf ihm zahlreiche farblose Körnchen auf und ab stiegen, wie sie in grossen Mengen in der extracapsulären Sarkode circulirten. Das Ende des Fortsatzes war abgerundet, von ihm entsprangen zeitweilig feine pseudopodienartige Fädchen, die nach kurzer Zeit wieder eingezogen wurden. Das ganze Gebilde ist seiner Structur nach nichts als eine Ansammlung feinster Protoplasmafäden und lässt sich am ehesten noch der sogenannten Sarkodegeissel der Disciden vergleichen.

Bei manchen Tripyleen, den Aulacanthen, Aulosphaeren und Coelacanthen, bin ich häufig Exemplaren begegnet, wo in ein und derselben Gallerte zwei Centralkapseln eingeschlossen waren; das Gleiche hat auch Haeckel bei der Thalassoplancta beobachtet. Bei anderen Exemplaren war nur eine aussergewöhnlich grosse Centralkapsel vorhanden, dieselbe enthielt aber zwei an Grösse einander gleiche Binnenbläschen und war dann nicht selten durch eine ringförmige Furche schwach bisquitförmig eingeschnürt (Taf. X, Fig. 2) oder sogar in zwei Hälften zerlegt, welche nur an dem oralen Pole noch zusammenhingen (Fig. 11). Die Furche verlief zwischen den zwei Nebenöffnungen und auf der anderen Seite mitten durch den Hof der Hauptöffnung, welcher unvollkommen getheilt war. Es fanden sich nämlich zwei Röhren und dementsprechend zwei Oeffnungen vor; von jeder dieser Oeffnungen gingen die radialen Streifen aus, die den Oeffnungshof bilden; auf der einander zugewandten Seite hingen dieselben aber noch zusammen (Fig. 5). Zu erwähnen ist noch, dass die innere feinere Membran längs der Einschnürung fester dem Kapselinhalt auflag als an den übrigen Stellen, da sie sich hier bei der Behandlung mit Reagentien nicht abhob.

Die geschilderten Bilder können in zweierlei Weise gedeutet werden, entweder als Theilungs- oder als Copulationszustände; ersteres halte ich für wahrscheinlicher und nehme ich daher an, dass die Tripyleen sich durch Theilung der Centralkapsel vermehren, dass hierbei zuerst der Kern in zwei zerfällt, dass darauf eine Einschnürung der Kapselmembran erfolgt, welche die Hauptöffnung halbirt, während die zwei Nebenöffnungen des Mutterthieres sich auf die Tochterorganismen vertheilen, dass schliesslich jede der Centralkapseln mit einem Theil der Gallerte und des Skelets sich umgiebt und zu einem selbständigen Individuum wird. Ich habe versucht diese Annahme zu beweisen, indem ich Aulacanthen mit zwei Kernen oder solche mit zwei Centralkapseln isolirte und etwa eine Woche lang züchtete, habe aber in dieser Zeit niemals Veränderungen beobachtet.

Synthetischer Theil.

I. Die Morphologie der Radiolarien.

Die Radiolarien, deren wichtigste zur Zeit bekannte Familien im analytischen Theile beschrieben wurden, sind die höchstorganisirte und vielgestaltigste Rhizopodenklasse, vielgestaltig sowohl in ihrer äusseren Form als auch in dem feineren Bau ihres Weichkörpers und ihres Skelets. In allen diesen Beziehungen sind sie den Thalamophoren oder Foraminiferen trotz des bewundernswerthen Artenreichthums derselben bei weitem überlegen, noch mehr freilich den übrigen Rhizopoden, den Amoebinen und Heliozoen, welche sich neben ihnen wie verkümmertes Gesträuch unter reich verästelten Bäumen ausnehmen.

Unsere Aufgabe ist es nun, im synthetischen Theile durchzuführen, dass die verschiedenen Organisationen der einzelnen Familien Nichts sind als Modificationen eines gemeinsamen Grundtypus; wir werden den letzteren im Folgenden genauer zu bestimmen und sein Verhältniss zu den wichtigsten Abänderungen, welche er erleidet, zu besprechen haben.

1. Die Grundform der Radiolarien.

Die bei den Radiolarien vorhandene Mannigfaltigkeit des Baues spricht sich schon in ihrer gesammten äusseren Erscheinung aus und bedingt hier eine Fülle verschiedenartiger Gestalten, wie sie auf einem gleichbeschränkten Gebiete im ganzen Thierreich nicht zum zweiten Male vorkömmt; sie wurde daher auch von Haeckel in ausgiebiger Weise benutzt, um die zahlreichen Grundformen zu erläutern, welche er in seinem System der Promorphologie aufgestellt hat. Wenn ich sie gleichfalls hier in den Kreis unserer Betrachtungen ziehe, so ist es jedoch nicht mein Plan, die Körper der einzelnen Arten nach ihren Axen stereometrisch zu bestimmen, sondern die Frage zu entscheiden, ob nicht auch hier eine gewisse Gemeinsamkeit herrscht und ob es nicht möglich ist, eine für die Classe typische Grundform nachzuweisen, aus welcher die übrigen abgeleitet werden können.

Als Joh. Müller in seiner letzten Abhandlung die systematische Stellung der Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren erörterte, betonte er als ein gemeinsames Merkmal aller dieser Organismen, „dass ihr Körper, sei er sphaerisch, scheibenförmig, glockenförmig, flaschenförmig, kreuzförmig, sternförmig, radiär symmetrisch ist“; er nannte sie daher radiäre Thiere, Rhizopoda radiaria oder kurz Radiolaria, um sie schon durch den Namen gegen die Rhizopoda Polythalamia, bei welchen die spirale Anordnung der anwachsenden Theile überwiege, abzugrenzen.

Gegen Müller's Auffassungsweise hat Haeckel gewichtige Einwände erhoben, indem er namentlich geltend machte, dass bei den Polythalamien radiale und umgekehrt bei den Radiolarien spirale Formen auftreten, und dass daher in dieser Hinsicht zwischen beiden Classen eine völlige Parallele bestehe. So sollen von radialen Formen die Stichocyrtiden (Radiolarien) den Nodosariden (Polythalamien), die Trematodisciden den Soritiden und von spiralen Formen die Discospiriden (Radiolarien) den Nautiloiden (Polythalamien) und die Litheliden den Alveoliniden entsprechen; ferner sollen in beiden Classen bilateral symmetrische und sogar völlig irreguläre oder asymmetrische Arten nachweisbar sein; als Beispiele bilateraler Symmetrie unter den Radiolarien werden die Cyrtiden mit excentrischem Gipfelstachel aufgeführt, irreguläre Formen endlich seien die meisten Polycyrtiden und unter den Polythalamien die Acervulinen. Haeckel kömmt daher zum Schluss, „dass der radial symmetrische oder reguläre Typus bei den Radiolarien zwar sehr vorwiegend, aber nicht ausschliesslich entwickelt ist und dass derselbe also nicht als diagnostischer Charakter dienen kann“; er verzichtet hiermit bei der Unterscheidung der Radiolarien von anderen Rhizopoden die Grundform zu verwerthen.

Wenn ich in diesem Punkt von Haeckel abweiche, so ist dies nur zum Theil eine Folge von Verschiedenheiten in der Beurtheilung des Radiolarienbaues, zum grösseren Theile ist es durch die verschiedenen Gesichtspunkte bestimmt, welche wir bei der Erörterung der Frage nach den Grundformen in Anwendung bringen.

Nach meiner Ansicht kann die Bestimmung der Grundform eines Organismus nur den Zweck haben, einen kurzen Ausdruck zu finden für das Princip, nach welchem seine Theile angeordnet sind. In dieser Auffassung fühle ich mich in Uebereinstimmung mit der seit Langem in der Zoologie eingebürgerten und auch jetzt noch geltenden Praxis. Wie bei der Charakteristik der einzelnen Typen Cuvier und v. Baer das Lageverhältniss der wichtigsten Organe berücksichtigten, der erste, insofern es im ausgebildeten Thier erkennbar ist, der zweite, insofern es sich während der Ontogenie entwickelt, so wird auch jetzt noch mit Recht die morphologische Betrachtung grösserer Thiergruppen meistens mit einer kurzen Skizze ihrer Grundform angefangen. Es liegt in der Natur der Sache, dass bei einem derartigen Verfahren mit Vortheil stets nur eine geringe Anzahl von Formen unterschieden werden kann; so unterschied man lange Zeit hindurch nach Lamarck's Vorgang nur bilateral-symmetrische und radial-symmetrische Thiere; bei ersteren sind alle Theile derart zu beiden Seiten einer Mittelebene angebracht, dass der Körper durch diese — aber durch keine andere — Ebene in ähnlich gestaltete Hälften zerfällt; bei letzteren sind die Theile regelmässig um eine Axe gestellt, so dass eine grössere Zahl von Ebenen, sofern sie nur in radialer Richtung durch diese Axe verlaufen, den Körper halbiren. Zu den genannten zwei fügten Burmeister und Bronn noch eine dritte Grundform hinzu, die irreguläre oder asymmetrische, bei welcher die Organvertheilung von keiner Gesetzmässigkeit beherrscht wird. Endlich hat Haeckel mit Recht noch hervorgehoben, dass in der radialen noch eine weitere Grundform enthalten sei, die wir die sphaerische nennen wollen, bei welcher die Axe gleichsam „zu einem Punkt verkürzt“ ist und alle Theile daher regelmässig um einen Punkt, d. h. concentrisch, gruppirt sind. Wir erhalten somit im Ganzen vier Grundformen, die irreguläre, sphaerische, radiale und die bilateral-symmetrische; dieselben kann man nach der Beschaffenheit ihrer Axen in folgender Weise charakterisiren. Die irregulären Thiere sind axenlos; bei den sphaerischen Thieren sind alle Axen gleichwerthig; bei den radialen ist nur eine Axe, bei den bilateral symmetrischen dagegen sind zwei oder drei auf einander senkrecht stehende Axen bestimmt; nach den Axen kann man daher die vier Grundformen als die anaxonen, homaxonen, monaxonen und heteraxonen Grundformen bezeichnen.

Wollte man noch ausserdem innerhalb der genannten vier Hauptabtheilungen Unterabtheilungen bilden, so würde man, wie ich meine, auf Verhältnisse von untergeordnetem Werthe Rücksicht nehmen müssen und die Uebersichtlichkeit verlieren, welche bei einer kurzen Charakteristik der Gestalt, wie ich sie hier im Sinne habe, durchaus nothwendig ist.

Wenn wir für eine Thierclasse das Princip der Organvertheilung zu bestimmen haben, werden wir unser Urtheil nicht davon abhängig machen, dass alle Organe uns dieses Princip vor Augen führen, sondern uns begnügen, wenn es für die Mehrzahl derselben gilt; wir nennen die Wirbelthiere bilateral symmetrisch, obwohl der Darm sammt seinen Anhängen und zum Theil auch das Gefässsystem durchaus unsymmetrisch sind. Ferner werden wir eine Grundform für eine Classe als allgemeingiltig hinstellen, selbst wenn einzelne ihrer Mitglieder hierin erheblich abweichen, sofern es nur nachweisbar ist, dass die bei denselben auftretende Gestalt als eine Modification der allgemeinen Grundform angesehen werden muss. Die Wirbelthiere sind für uns ihrem gesammten Bauplan nach bilateral symmetrisch, trotzdem bei den Pleuronectiden sich fast alle Organe asymmetrisch verhalten; ebenso sind es die Mollusken trotz der spiralen Gestalt, welche der Eingeweidesack bei den Schnecken besitzt. Noch häufiger sind solche Anomalien bei den nach einem radialen Typus gebauten Thieren; ich brauche hier nur an die Ctenophoren und Siphonophoren unter den Coelenteraten, die Holothurien und die Spatangiden unter den Echinodermen zu erinnern. In allen diesen Fällen kömmt uns der „Bauplan" der Gruppe zum Bewusstsein, obwohl er bei seiner praktischen Durchführung ungenügend verwirklicht ist, oder um mich unserer modernen concreteren Auffassung zu bedienen, es kommt uns zum Bewusstsein, dass die abweichenden Formen durch Umbildung aus Organismen entstanden sind, die den Anforderungen des Typus entsprachen. Uebrigens verfahren wir hier in ganz derselben Weise, wie mit jedem anderen systematischen Charakter; rechnen wir doch auch die Rhizocephalen zu den Arthropoden und sehen dabei darüber hinweg, dass die Segmentirung des Körpers, der Darmcanal und die gegliederten Extremitäten fehlen, weil wir wissen, dass auch bei diesen Thieren jene fundamentalen Charaktere des Arthropodenstammes einst existirt haben und nur in Folge des Parasitismus rückgebildet sind.

Von den hier in Kürze entwickelten Gesichtspunkten werde ich geleitet, wenn ich annehme, dass sich für alle Radiolarien eine gemeinsame, auch systematisch verwerthbare Grundform nachweisen lässt und dass diese Grundform, wie ich dies schon früher betont habe, eine sphaerische oder homaxone ist. Denn die im analytischen Theile niedergelegten Beobachtungen zeigen, dass die Körper der Radiolarien Kugeln sind oder sich genetisch aus der Kugelgestalt ableiten lassen.

Für die Mehrzahl der Radiolarien bedarf das Gesagte keiner genaueren Durchführung; schöner entwickelte Kugeln, als die Centralkapseln und die Binnenbläschen der Colliden, Ethmosphaeriden und Ommatiden und die Skelete der beiden letzteren Familien (Tafel III. IV. V), kann man von organischen Bildungen nicht erwarten. Hier sind alle wichtigen Körpertheile concentrisch in einander geschachtelt und das Protoplasma streng radial angeordnet, indem sowohl die Körnchen in der Centralkapsel in radialen Reihen liegen, als auch die Pseudopodien wie Strahlen nach allen Richtungen hin gleichmässig ausgesandt werden.

Deutlich homaxon ist auch der Körper der Acanthometriden und Acanthophractiden (Tafel I u. II); wo Abweichungen von der Kugelform vorkommen, wie bei den Amphilonchen, Lithopteren, Diploconen (Tafel II, Fig. 3) u. s. w., sind dieselben überall ohne Schwierigkeiten daraus zu erklären, dass hier in einer oder zwei Richtungen ein stärkeres Wachsthum stattgefunden hat, durch

welches die ihrer Anlage nach kugeligen Centralkapseln in eiförmige, prismatische oder linsenförmige Körper umgewandelt worden sind.

Wichtigeren Unterschieden begegnen wir bei den Dyssphaeriden und Disciden (Taf. VI), welche schon von Haeckel wegen ihrer vorwiegend spiral gebauten Skelete gegen Joh. Müller in das Feld geführt wurden, zum Beweis, dass die Annahme eines radialsymmetrischen Baues nicht für alle Radiolarien berechtigt sei. Hier ist jedoch zweierlei zu beachten: erstens kann man die spiralen Schalen, wie ich glaube im analytischen Theile gezeigt zu haben, auf zwei concentrische Gitterkugeln reduciren und in dieser Weise zeigen, dass auch bei den Disciden ein sphaerischer Körper der Ausgangspunkt für die Skeletbildung gewesen ist; zweitens sind die Weichtheile an der spiralen Anordnung nicht betheiligt. Centralkapsel und Kern sind nur scheiben- oder linsenförmig abgeplattet, im Uebrigen aber ebenso wie die entsprechenden Theile der Haliommen concentrisch gebildet. Die Pseudopodien sind über die Oberfläche gleichmässig vertheilt, so dass die einzelnen Punkte derselben in dieser Hinsicht wenigstens vollkommen gleichwerthig sind. Ueberall treten somit Beziehungen zur homaxonen Grundgestalt der übrigen Radiolarien hervor, welche uns die Disciden als modificirte Kugelradiolarien erkennen lassen.

Ganz anders steht es mit den spiralen Thalamophoren, die früher so gern zur Parallele herangezogen wurden und die nichtsdestoweniger auch in der Anordnung ihrer Theile den Disciden so sehr entfernt stehen. Hier liegen die Kammern hinter einander in einer spiralgewundenen Axe; am Anfang dieser Axe befindet sich der blindgeschlossene Theil der Schale, am Ende dagegen die Hauptöffnung, welche den Hauptstrom — bei den Imperforaten sogar die gesammte Masse — der Sarkode ausschickt; kurz, überall kömmt der monaxone oder radialsymmetrische Grundplan des Schalenaufbaues zum Vorschein. Daher scheinen mir auch die Thalamophoren eher das Gegentheil zu beweisen, als was sie beweisen sollen, indem sie zeigen, dass ähnliche Gestalten eine ganz verschiedene Bedeutung besitzen können und dass es bei Berücksichtigung aller Verhältnisse möglich ist, selbst bei so einfach beschaffenen Organismen, wie den Rhizopoden, eine typische Grundform aufzustellen, wenn sie auch im Einzelnen vielfach in eingreifender Weise umgestaltet worden ist.

Die grössten Schwierigkeiten endlich bereiten der Durchführung einer allgemein giltigen Grundform die Tripyleen und die drei Familien der Cyrtiden, Acanthodesmiden und Plagiacanthiden, welche wir gemeinsam als Monopyleen bezeichnen wollen. Bei allen diesen Radiolarien ist namentlich der wichtigste Theil des Körpers, die Centralkapsel, nicht homaxon, sondern bei den Tripyleen (Taf. IX und X) nach der Vertheilung der drei zum Durchtritt der Pseudopodien bestimmten Oeffnungen bilateral symmetrisch und bei den Monopyleen mit einer einzigen Communicationsstelle am vorderen Pole (Taf. VII und VIII) radialsymmetrisch oder monaxon. Die Tripyleen sind wenigstens in allen übrigen Beziehungen kugelig gebaut, indem Binnenbläschen, Centralkapsel und Gitterkugel, sofern eine solche vorhanden ist, concentrisch sind; bei den Monopyleen ist aber auch dies nicht einmal der Fall; das Skelet der Cyrtiden und Plagiacanthiden ist seinem gesammten Typus nach triradial (Haeckel); bei den Acanthodesmiden ist es sogar mehr oder minder ausgesprochen bilateral symmetrisch.

Gleichwohl halte ich es für wahrscheinlich, dass auch diese abweichenden Gestalten eine sphaerische Grundform voraussetzen; nach meiner Ansicht, welche ich später zu begründen suchen werde, ist die Structur der Kapselmembranen der Tripyleen und Monopyleen nur unter der Annahme verständlich, dass ursprünglich auf allen Seiten Porencanäle vorhanden gewesen sind. Ist diese Annahme richtig, so würden sich die Tripyleen ohne Weiteres den übrigen Radiolarien einreihen und die Mono-

pyleen würden ihnen wenigstens sehr wesentlich genähert werden. In letzterer Hinsicht hätten wir dann weiter zu beachten, dass die Centralkapseln bei denjenigen Acanthodesmiden und Cyrtiden, welche aus vielen Gründen für die ursprünglichsten gehalten werden müssen, fast durchgängig Kugelform besitzen, wie z. B. bei den Lithocircen, Acanthodesmien und Lithomelissen. Ebenso kann es nicht zweifelhaft sein, dass die gelappten Centralkapseln der Zygocyrtiden, Stichocyrtiden und Dicyrtiden aus kugeligen Centralkapseln entstanden sind. Denn wie ich im analytischen Theil gezeigt habe, lässt sich, ich möchte fast sagen, Schritt für Schritt verfolgen, wie diese Umgestaltung sich immer mehr ausbildete, bis sie in der Gattung Eucyrtidium ihren Höhepunkt erreicht hat.

Vorstehende Erörterungen über die Gestalten der Monopyleen und Tripyleen beruhen zum grossen Theil auf Voraussetzungen, deren Berechtigung, solange keine zu der Hauptmasse der Radiolarien überleitenden Mittelformen bekannt sind, sich noch nicht sicher beweisen lässt. Wenn man ihnen jedoch beistimmt, wird man auch der von mir hier vertretenen Ansicht beistimmen müssen, dass für die Classe der Radiolarien eine sphaerische Grundform typisch ist, dass dieselbe bei den meisten Familien auch jetzt noch vorkömmt und dass sie bei denen, wo sie fehlt, durch secundäre Modificationen in andere Formen umgewandelt wurde.

2. Die Morphologie des Weichkörpers.

Als fundamentaler Charakter der Radiolarienclasse muss an die Spitze der allgemeinen Beschreibung die Differenzirung des Weichkörpers in die Centralkapsel und in die extracapsulären Theile gestellt werden. Schon den ersten Beobachtern ist diese Sonderung aufgefallen; von Joh. Müller wurden die Centralkapseln als „häutige Kapseln", von Th. Huxley „als Zellen, die von Membranen umgeben werden", beschrieben; ihren bleibenden Namen haben sie jedoch erst von E. Haeckel erhalten, welcher überhaupt auch zuerst ihre systematische und morphologische Wichtigkeit würdigen gelehrt hat. Das Wesen der Structur besteht darin, dass ein Theil des Protoplasma, von einer besonderen Membran allseitig umhüllt und so als „intracapsuläre Sarkode" von dem Reste als der „extracapsulären Sarkode" getrennt, einen kapselartigen Körper bildet, welcher im Centrum des ganzen Organismus lagert und den wichtigsten Bestandtheil desselben ausmacht.

a. Die Centralkapsel.

Die Gestalt der Centralkapsel ist im Wesentlichen durch das, was wir über die Grundform der Radiolarien im vorigen Abschnitt gesagt haben, schon genügend gekennzeichnet; sie ist bei den meisten Radiolarien kugelig oder weicht von der Kugelform gewöhnlich nur insofern ab, als sie in einer Richtung nach Art eines Ovals verlängert (manche Acanthometriden) oder linsenförmig abgeplattet (alle Disciden) oder in zwei oder vier kreuzförmig gestellte Arme ausgezogen ist (Diploconus, Lithoptera). Nur bei den Cyrtiden, bei welchen die Centralkapsel am vorderen Pol in drei oder vier Lappen gespalten ist, treten tiefgreifendere Umgestaltungen auf, welche durch die Beschaffenheit des Skelets bedingt werden (Taf. VIII, Fig. 2—7). Denn da die erste Kammer des Cyrtidenskelets wenig Raum bietet und gegen die folgenden Kammern durch eine Art von gegitterter Scheidewand abgeschlossen wird, kann die in ihr gelegene Centralkapsel ihre ursprünglich sphaerische Form bei dem Wachsthum nicht beibehalten, sondern muss, nach allen Seiten hin in ihrer Ausdehnung behindert, durch die Oeffnungen der Scheidewand lappige Fortsätze ausschicken, deren Grösse im Verhältniss zum ursprünglichen Theil der Centralkapsel um so beträchtlicher ausfällt, je kleiner die erste Kammer und je umfangreicher die folgenden Kammern sind.

Bei allen übrigen Radiolarien besitzt das Skelet auf die Configuration der Centralkapsel so gut wie keinen Einfluss; dies ist selbstverständlich bei den Formen, bei welchen zwischen beiden Theilen ein weiter Zwischenraum existirt, also bei den Radiolarien mit extracapsulärem Skelet; aber es gilt auch für die Radiolarien mit einem theilweise intracapsulären Skelet. In letzterem Falle umwächst die Centralkapsel die ihr entgegenstehenden Theile, indem sie sich zwischen den Kieselspangen hindurchschiebt und nach aussen wieder verschmilzt; auf diese Weise gelangt z. B. bei den Disciden (Taf. VI, Fig. 11) ein Umlauf der Schale nach dem anderen in das Innere der Centralkapsel hinein und ebenso können bei manchen Ethmosphaeriden (Taf. V, Fig. 1) die ursprünglich in der extracapsulären Sarkode entstandenen Gitterkugeln rings umhüllt werden. Daher ist es vollkommen bedeutungslos, ob das Skelet ganz oder nur zum Theil ausserhalb der Centralkapsel gelegen ist, und kann dieses Verhältniss in keiner Weise bei der Systematik, wie Haeckel es früher versucht hat, verwandt werden.

Die Membran, welche die Centralkapsel bedeckt, ist bei den Radiolarienfamilien sehr verschieden beschaffen; bei den meisten ist sie eine dünne Haut, welche nur als eine zarte Linie zwischen intra- und extracapsulärer Sarkode erscheint; bei anderen wiederum, bei den Colliden, Tripyleen und Monopyleen (Cyrtiden, Acanthodesmiden und Plagiacanthiden) ist sie auf dem optischen Querschnitt doppelt contourirt und häufig so derb, dass sie selbst mit spitzen Nadeln nur mit Mühe angestochen werden kann.

Ungleich wichtiger sind die Unterschiede in der feineren Structur der Membran, da sie über die Verwandtschaftsverhältnisse der Radiolarien Licht verbreiten und in diesem Sinne auch im systematischen Theil dieser Arbeit verwerthet werden sollen. Bei allen Radiolarien finden sich nämlich in der Kapselmembran Oeffnungen, welche es dem Protoplasma ermöglichen aus- und einzuströmen; dieselben folgen in ihrer Ausbildung und Vertheilung drei sehr wesentlich verschiedenen Typen.

1. Bei den meisten Radiolarien sind die Oeffnungen feinste Poren, welche in grosser Menge gleichmässig über die Kapselmembran vertheilt sind, durch directe Beobachtung aber nur selten nachgewiesen werden können. Dies gelingt überall nur da, wo die Membran aussergewöhnlich dick ist, wie bei den Thalassciollen und manchen Sphaerozoiden; man erhält dann das zuerst von Haeckel beschriebene Bild: eine feine Punktirung bei der Flächenansicht und eine senkrechte Strichelung auf dem optischen Durchschnitt. Bei allen übrigen hierher gehörigen Formen, den Sphaerideen, Dyssphaeriden, Disciden, Acanthometriden und ihren Nächstverwandten kann man auf die Anwesenheit zahlreicher Poren nur schliessen, sei es nach Analogie, weil man eine gleiche Vertheilung der extracapsulären Sarkode wahrnimmt, sei es, weil man in der That beobachten kann, dass Sarkodekörnchen oder Pseudopodienfäden die Membran an einzelnen Stellen passiren, welche im Uebrigen dem Auge keine Besonderheiten darbieten.

2. Bei einer zweiten Gruppe, den Cyrtiden, Acanthodesmiden und Plagiacanthiden oder kurz den Monopyleen, sind zwar ebenfalls feinste Poren vorhanden, diese sind aber auf einen kleinen kreisrunden Bezirk an dem vorderen oder basalen Ende der Centralkapsel beschränkt und bilden hier das Porenfeld (Taf. VII, Fig. 1—6 p). Nach dem wie ich mir die schwerverständliche Structur deute, verdickt sich die Kapselmembran im Umkreis einer jeden Pore zu einem senkrecht zu ihr stehenden Stäbchen oder Korn, welches von einem Canal der Länge nach durchzogen wird; ferner erzeugt die Membran einen kegelförmigen Aufsatz, den Pseudopodienkegel (k), der vom Porenfeld aus in's Innere der Centralkapsel hervorragt; auch dieser wird von feinen Canälchen durchbohrt, welche an der Kegelspitze beginnen, nach der Basis hin divergiren und hier an den Stäbchen

des Pseudopodienfeldes enden. Das intracapsuläre Protoplasma gelangt an der Spitze des Pseudopodienkegels in die feinen Canälchen desselben hinein, läuft durch dieselben hindurch und tritt aus den Stäbchen des Porenfeldes in der Form von feinen Fäden hervor, wie ich solche mehrfach beobachtet habe (Fig. 3 a u. b). In dieser Weise verhält sich jedoch die Communicationsstelle nur bei den Monopyleen mit kugeliger Centralkapsel, dagegen erleidet sie bei den Di- und Stichocyrtiden mit gelappter Centralkapsel Modificationen, hinsichtlich deren ich auf den analytischen Theil verweise (Taf. VIII).

3. Die dritte Gruppe endlich wird durch unsere Tripyleen (Taf. X) repräsentirt, eine Anzahl Radiolarien, bei welchen die zahlreichen kleinen Poren der übrigen Familien durch drei grosse Oeffnungen ersetzt sind; es finden sich eine Hauptöffnung (a) am oralen Pole und zwei Nebenöffnungen (b) zu beiden Seiten des aboralen Poles in der durch diese Anordnung bilateral symmetrisch gewordenen Centralkapsel; zugleich ist die Kapselmembran verdoppelt, indem unter einer derberen äusseren eine feinere innere Haut gelegen ist. Die Hauptöffnung ist eine Art Trichter, der nur von der äusseren Membran gebildet wird und auf die Centralkapsel aufgesetzt ist, mit dem röhrigen Theil nach aussen gewandt; unter dem Trichter ist eine radiale Streifung wahrnehmbar, welche durch Verdickungen der inneren Haut verursacht wird. Jede Nebenöffnung — denn beide stimmen im Baue unter einander — besteht aus einem Aufsatz von der Gestalt eines Flaschenhalses, in welchen ein kleiner an seiner Spitze abgestutzter Kegel hineinragt; der erstere Theil gehört der äusseren, der letztere der inneren Membran an (Fig. 6. 7. 8). Unter beiden verdichtet sich das Protoplasma zu einem homogenen halbkugeligen Körper, welcher wahrscheinlich durch eine feine Haut vom übrigen Inhalt der Centralkapsel getrennt wird und sich in einen breiten Sarkodefaden verlängert, welcher nach aussen hervortritt. Da ein ähnlicher Sarkodefaden auch die Hauptöffnung verlässt, so sind im Ganzen drei derselben vorhanden, welche bei den Tripyleen den Zusammenhang des Centralkapselinhalts und des extracapsulären Weichkörpers allein vermitteln.

Zwischen den besprochenen drei Structuren der Kapselmembran sind keine Uebergänge beobachtet worden, und doch, sollte man annehmen, müssen solche existiren oder wenigstens existirt haben. Denn da die soeben unterschiedenen drei Gruppen der Radiolarien fast in allen übrigen Theilen ihrer Organisation wesentlich übereinstimmen, ist es im hohen Grade wahrscheinlich, dass sie genetisch unter einander zusammenhängen. So drängt sich uns von selbst die Frage auf, in welcher Weise sich die drei Kapselstructuren von einander ableiten lassen.

Mir scheint es um Vieles begreiflicher, dass von Oeffnungen, die ursprünglich allerorts und gleichmässig verbreitet waren, ein Theil sich rückgebildet habe, als dass Oeffnungen an Stellen der Membran, wo sie früher fehlten, neu entstanden seien; daher nehme ich an, dass von Anfang an alle Radiolarien zahlreiche kleine Poren in der Centralkapselmembran besessen haben. Während dieses Verhältniss bei der überwiegenden Mehrzahl bestehen blieb, wurden bei einem anderen Theil die Poren überall mit Ausnahme eines kleinen Bezirks der Kapselmembran rückgebildet; bei einem dritten Theile endlich erweiterten sich einige wenige Poren zu relativ weiten Mündungen und machten, indem sie allein schon eine genügende Communication herstellten, die Existenz der anderen überflüssig. Ist es in dieser Weise möglich, die Kapselstructuren der Monopyleen und Tripyleen auf die der übrigen Radiolarien zurückzuführen, so kann dagegen keine derselben als Ausgangspunkt für eine einheitliche Betrachtung gewählt werden, weil beide durchaus Nichts mit einander gemein haben.

An die Beschreibung der Centralkapselmembran reiht sich die Besprechung des von ihr umgebenen Inhalts, dessen Bestandtheile dreifacher Art sind: 1) die Kerne; 2) das intracapsuläre Protoplasma; 3) die Protoplasmaeinschlüsse.

Die Kerne, die morphologisch wichtigsten Formelemente der Centralkapsel, liegen frei im Protoplasma eingebettet und gehören nicht besonderen in sich abgeschlossenen Zellen an. Ueberhaupt kommen mit Ausnahme der gelben Pigmentkörper der Acanthometriden keine selbständigen Zellen in den Centralkapseln der Radiolarien vor, da die von früheren Forschern hierfür gehaltenen Gebilde entweder nur Kerne sind oder Vacuolen, wie sie so häufig in der Sarkode der Rhizopoden auftreten, oder endlich Protoplasmaeinschlüsse von nicht cellulärem Bau.

Bei allen Radiolarien besitzen die Centralkapseln auf jugendlichen Entwicklungsstadien nur einen Kern, kurz vor dem Lebensende aber, welches durch den Eintritt der Fortpflanzung bezeichnet wird, sind sie von zahllosen Mengen derselben dicht erfüllt. Einkernige Zustände sind von mir fast bei allen Radiolarien nachgewiesen worden, dagegen sind die vielkernigen Zustände, wenn wir von den fast stets vielkernigen Sphaerozoiden und Acanthometriden (Taf. I u. II) absehen, um Vieles seltener, so dass sie bei den meisten Familien nur ganz vereinzelt angetroffen wurden. Immerhin ist es mir mit Ausnahme der Tripyleen gelungen, wenigstens aus allen grösseren Gruppen vielkernige Exemplare zu beobachten: unter den Colliden bei der Thalassicolla nucleata und Thalassolampe margarodes, unter den Sphaerideen bei der Rhizosphaera trigonacantha (Taf. IV, Fig. 3), unter den Disciden bei der Stylospira arachnia, unter den Cyrtiden endlich beim Tridictyopus elegans (Taf. VII, Fig. 3). Ich glaube, diese Beispiele genügen zur Rechtfertigung des oben ausgesprochenen allgemeinen Satzes, dass der einkernige Zustand bei allen Radiolarien einem vielkernigen Platz macht, und dass man dementsprechend im Leben eines jeden Radiolars zwei Perioden unterscheiden muss.

Die relative Dauer beider Perioden ist je nach den Abtheilungen eine verschiedene; bei einem Theil der Radiolarien, den Acanthometriden und Sphaerozoiden währt der einkernige Zustand nur kurze Zeit, bei allen übrigen nimmt er den grössten Theil des Lebens für sich in Anspruch; ich schliesse dies daraus, dass man bei jenen vorwiegend vielkernige, bei diesen dagegen fast ausschliesslich einkernige Thiere antrifft. Um diesen Unterschied auszudrücken, wollen wir die Radiolarien der ersten Gruppe kurzweg vielkernige, die der zweiten Gruppe dagegen einkernige nennen.

In ihrer Beschaffenheit zeigen die Kerne eine Verschiedenartigkeit, wie sie sonst nirgends in der Thierwelt bekannt ist. Wo sie in grosser Anzahl vorhanden sind, bilden sie kleine rundliche Körper, deren Durchmesser von 3—15 μ schwankt; sie sind membranlos und bestehen aus einer homogenen Kernsubstanz, die reichlich von Kernsaft durchtränkt zu sein scheint, da die Kerne im frischen Zustand durchsichtig und wenig scharf contourirt sind, gegen das umgebende Protoplasma sich nur undeutlich abgrenzen und häufig sogar wie Vacuolen in demselben aussehen. Ein kleines dichteres nucleolusartiges Korn ist in ihnen bei den Acanthometriden (Taf. I) ausnahmslos verbreitet, wurde aber bei den übrigen Radiolarien nicht beobachtet.

Die kleinen homogenen Kerne sind im Allgemeinen mit den Körpern identisch, welche Haeckel „wasserhelle Bläschen“ nennt und als Zellen deutet; Haeckel spricht aber von wasserhellen Bläschen auch bei Arten, bei denen ich die homogenen Kerne nicht habe finden können. Bei einem Theile derselben, den Disciden und Sphaerideen, ist es möglich, obwohl ich es nicht für wahrscheinlich halte, dass Haeckel weiter vorgeschrittene vielkernige Entwicklungsstadien vor sich gehabt hat; bei einem anderen Theile dagegen, den Colliden (Taf. III, Fig. 1 u. 5), Coelodendren, Aulosphaeren und Aulacanthen (Taf. X), sind die wasserhellen Bläschen zweifellos Nichts Anderes, als die hier vorkommenden intracapsulären Vacuolen (v), welche in ihrem Aeusseren den Kernen vielfach so ähnlich sehen, dass man sie nur mit Hilfe von Reagentien unterscheiden kann.

Bei den einkernigen Radiolarien ist der Kern aussergewöhnlich gross; selbst bei den

Heliosphaeren, wo er relativ noch am kleinsten ist, misst er 30—50 μ (etwa ein Drittel oder die Hälfte vom Durchmesser der Centralkapsel); bei der Thalassicolla nucleata und Th. pelagica andererseits kann er die enormen Dimensionen von 300—500 μ erlangen. Er ist stets von einer Membran umgeben, welche seine Isolation ermöglicht und manchmal so derb ist, dass sie beim Präpariren der Spitze der Staarnadeln kräftigen Widerstand leistet. In solchen Fällen ist sie dann doppelt contourirt und nicht selten durch eine feinere Structur ausgezeichnet; ich erinnere an die Tüpfelung auf der Kernmembran der Ethmosphaeriden (Taf. V, Fig. 1 a, 4 u. 6) und ferner an die schon früher von mir für Thalassicolla nucleata beschriebene feine Punktirung, welche für die Anwesenheit von Porencanälen spricht.

Auch Form und Inhalt des Kernes sind recht verschiedenartig; als den einfachsten Fall haben wir die soliden Kugeln von Kernsubstanz anzusehen, wie sie den jungen Sphaerozoiden, den Ommatiden und den Spongosphaeriden zukommen (Taf. IV, Fig. 1—6). Eine höhere Entwicklungsstufe nehmen die Kerne ein, deren Substanz sich an einzelnen Stellen zu Kernkörperchen verdichtet hat, wofür namentlich die Ethmosphaeriden (Taf. IV, Fig. 1. 4 u. 6) und jungen Acanthometriden (Taf. II, Fig. 2; Taf. III, Fig. 2. 3. 10. 15) lehrreiche Beispiele bieten. Bei den ersteren kann die Zahl der Nucleoli bis zu zwanzig betragen; bei den letzteren wird die anfänglich auch hier beträchtlichere Anzahl später durch einen einzigen grossen Nucleolus ersetzt; ausser demselben kommt dann noch eine besondere Rindenschicht vor, welche von ihm durch einen von Kernsaft erfüllten Zwischenraum getrennt ist, so dass die Kernsubstanz die bekannte bei den Süsswasserrhizopoden weit verbreitete Anordnung annimmt. Besondere Beachtung verdient ferner der Umstand, dass der Nucleolus auf einem bestimmten Stadium in zwei deutlich gesonderte, durch ungleiches Aussehen unterschiedene Substanzen differenzirt ist und somit Bilder ergiebt, wie die Nucleoli der Eier [1]) oder die gesammte Masse des Kerns bei dem Leptodiscus, der Spirochona und anderen Infusorien [2]).

Die eigenthümlichsten Kernformen endlich, nicht allein unter den Radiolarien, sondern unter allen Organismen, treten bei den Thalassicollen auf. Wie wir von manchen thierischen Zellen (den verschiedenartigsten Zellen der Arthropoden, bei den Wirbelthieren von den Zellen des Knochenmarks) und manchen einzelligen Organismen verästelte Kerne kennen, so begegnen wir bei der Th. nucleata und Th. pelagica verästelten oder wurmförmig aufgerollten Kernkörpern. Bei der Th. pelagica (Taf. III, Fig. 4) ist zugleich der ganze Kern abweichend gestaltet, da seine Oberfläche mit blindsackförmigen Ausstülpungen bedeckt ist, in welche die Windungen des schlangenförmigen Nucleolus eindringen. Diese Form des Kerns, welche in ähnlicher Weise auch bei der Th. sanguinolenta (Taf. III, Fig. 1) wiederkehrt, muss um so mehr auffallen, als sie nicht durch äussere Einflüsse, sondern offenbar durch das Kernwachsthum selbst bedingt ist. Vielleicht ist es der Zweck der Ausstülpungen, durch die Vergrösserung der Oberfläche günstigere Ernährungsbedingungen für die so sehr vermehrte Masse des Kerns zu schaffen.

Uebrigens können derartige Modificationen der sphaerischen Grundgestalt des Kernes auch die Folge rein äusserer Einflüsse sein. Bei den Dicyrtiden und Stichocyrtiden (Taf. VIII) ist der Kern drei- oder vierlappig, weil die Centralkapsel in drei oder vier Lappen gespalten ist; bei den Acanthometriden (Taf. III, Fig. 9) muss er in Fortsätze auswachsen, weil er in seiner Grössen-

1) O. Hertwig, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morpholog. Jahrbuch. Bd. IV, S. 156—214.

2) R. Hertwig, Ueber den Bau und die Entwicklung der Spirochona gemmipara und, Ueber Leptodiscus medusoides. Jenaische Zeitschrift. Bd. XI, S. 149—188 u. S. 307—324.

zunahme sonst durch die Stacheln behindert sein würde; bei den Dyssphaeriden (Taf. IV, Fig. 7 u. 8) treibt er aus demselben Grunde Blindsäcke durch das Gitter der Markschale und nimmt so die Gestalt einer Maulbeerkugel an. Dies letztere erklärt dann wieder seine Lagebeziehungen zum Skelet bei manchen Ommatiden; bei den Haliommen und jungen Spongosphaeren (Taf. IV) findet sich die Markschale, bei alten Spongosphaeren sogar noch die nächste Gitterkugel im Inneren des Kernes; wahrscheinlich hat hier der Kern ursprünglich innerhalb der Markschale gelegen und hat sie erst später umwachsen, als er sich vergrösserte. Dieser Umwachsungsprocess macht noch weitere Fortschritte bei den Disciden, wo der Kern successive nicht allein die Markschale, sondern sogar die drei nächsten Windungen der sich in spiraliger Form vergrössernden Rindenschale umhüllt (Taf. VI, Fig. 11).

Das Vorkommen eines einzigen grossen, freilich histologisch meist nicht richtig gedeuteten Kerns war bisher nur von wenigen Radiolarien bekannt. Huxley entdeckte ihn bei der Thalassicolla nucleata, bei welcher Müller, Schneider und Haeckel ihn später wiederfanden; der letztgenannte Autor stellte seine Anwesenheit ausserdem noch bei den übrigen Colliden, den Heliosphaeren und den Gattungen Aulosphaera, Aulacantha und Coelodendrum fest. Die Deutung des Gebildes ist bis in die Neuzeit zweifelhaft geblieben; während Huxley die Bezeichnung „Nucleus" mit einem Fragezeichen versah, erklärte J. Müller den Kern für eine Zelle; Haeckel gab ihm den nichts präjudicirenden Namen Binnenbläschen, ohne sich im Uebrigen über den Formwerth desselben zu äussern. Ich selbst habe in einer früheren Schrift bei der Schilderung der Thalassicolla nucleata die Gründe entwickelt, welche uns bestimmen müssen, das sogenannte Binnenbläschen für einen Kern zu halten; auf diesen Punkt noch einmal zurückzukommen ist überflüssig, da beweiskräftiger als alle theoretischen Betrachtungen der Hinweis ist auf die Reihe von Formen, in welchen das Binnenbläschen auftritt und unter welchen sich Kerne finden, wie man sie nicht typischer verlangen kann.

Wer die gewaltigen Dimensionen berücksichtigt, welche die Kerne bei den meisten einkernigen Radiolarien erreichen, wird schon von vornherein zu der Ansicht geführt werden, dass in der Mehrzahl der Fälle der Uebergang von dem einkernigen Zustand in den vielkernigen nicht durch einfache Kerntheilung vermittelt werden kann, wie es gewöhnlich bei thierischen und pflanzlichen Objecten geschieht. In der That kann es auch in Anbetracht der im analytischen Theile referirten Beobachtungen, wenigstens für eine Anzahl Radiolarien, kaum zweifelhaft sein, dass sich bei diesem Uebergang Processe eigener Art abspielen. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, die Natur derselben mit Sicherheit zu ergründen; die Undurchsichtigkeit der Objecte, die Beschränkung des Materials und wahrscheinlich auch die Langsamkeit, mit welcher sich die Umwandlung vollzieht, bereiten der Untersuchung so vielerlei Schwierigkeiten, dass ich meine Anschauungen über diesen Gegenstand nur mit Vorbehalt mittheilen kann.

Die Umwandlung des primären Kerns in eine Generation kleiner Tochterkerne scheint sich mir auf dreierlei Weise zu vollziehen.

Bei den Sphaerozoiden — dies würde der am leichtesten verständliche Fall sein, welcher sich am nächsten an anderweitig bekannte Verhältnisse anschliesst — vermehrt sich der grosse solide Kern durch einfache, vielmals sich wiederholende Zweitheilung. Hierbei streckt er sich zunächst, wie es der zu einer rundlichen Masse concentrirte Nucleus der Vorticellen thut, und schnürt sich bisquitförmig ein; das Gleiche wiederholt sich bei den aus der Theilung resultirenden Tochterkernen.

Den viel complicirter verlaufenden zweiten Modus zeigen die Acanthometriden und die mit ihnen nahe verwandten Acanthophractiden. Indem ich hinsichtlich der Einzelheiten des Processes auf den analytischen Theil verweise, hebe ich nur die Grundzüge desselben hervor. Der Kern

treibt nach Auflösung seines Nucleolus solide Sprosse (Taf. III, Fig. 10. 15 u. 9), die nichts Anderes als Verdickungen der Rindenschicht sind. Die Sprosse, deren Bildungsweise wohl am richtigsten als Knospung bezeichnet wird, schnüren sich zu selbständigen soliden Kernen ab, in deren Inneren sich kleine nucleolusartige Körperchen entwickeln (Taf. I, Fig. 10; Taf. III, Fig. 6). Letztere wirken als Attractionscentren und veranlassen, dass entsprechend ihrer Anzahl alle Kernknospen in die kleinen homogenen Kerne der ausgebildeten Acanthometriden zerfallen.

Durch Beobachtungen am meisten sicher gestellt scheint mir endlich der dritte Modus der Kernvermehrung, den ich bei der Beschreibung der Thalassicolla nucleata dargestellt habe. Das Thatsächliche dieses Vorgangs besteht darin, dass ursprünglich ein grosser Kern mit einem verästelten Nucleolus vorhanden ist, dass der Nucleolus in kleine Stücke zerfällt, dass darauf in der Centralkapsel kleine Kerne auftauchen, welche sich vermehren und schliesslich den ganzen Binnenraum der Centralkapsel erfüllen, während der ursprünglich existirende grosse Kern eine Rückbildung erfahren hat. In diese Beobachtungen habe ich einen einheitlichen Zusammenhang durch die Annahme gebracht, dass die Centralkapselkerne die ausgewanderten Nucleolusstücke des primären Kernes sind; dieser Annahme zufolge würde der Uebergang des einkernigen Zustandes in den vielkernigen sich vollziehen, indem der Kern eine Brut von Nucleoli erzeugt, welche aus ihm austreten, im Protoplasma der Centralkapsel zu selbständigen Kernen werden und hier den günstigen Boden finden, in welchem sie sich durch fortlaufende Theilung rasch vermehren.

Vom Protoplasma der Centralkapsel oder der intracapsulären Sarkode ist — wenn wir von den Eigenschaften absehen, welche es mit jedem thierischen und pflanzlichen Protoplasma theilt — wenig Allgemeines zu berichten. Bei den meisten Arten besitzt es, so lange dieselben einkernig sind, eine genau radiale Anordnung, welche sich schon in der reihenförmigen Lagerung seiner Körnchen ausspricht (Taf. IV u. V); nach der Behandlung mit Reagentien wird die Anordnung noch deutlicher, indem jetzt das Protoplasma in keilförmige Stücke zerfällt, welche, wie die Zellen eines Cylinderepithels, eines neben den anderen stehen und von der Fläche betrachtet eine polygonale Felderung bedingen. Je nachdem die Stücke breite Keile oder dünne Fäden sind, ist die Felderung gröber oder feiner. Bei den Colliden, deren Centralkapsel von Vacuolen durchsetzt wird (Taf. III, Fig. 1 u. 5), ist die radiale Streifung auf die äusserste Zone beschränkt; vollständig fehlt sie dagegen bei den Cyrtiden, Acanthometriden und Tripyleen, dafür findet sich bei den letzteren (Taf. X, Fig. 6. 8. 10) eine anderweitige Structur, da feine Protoplasmafäden, wie Haare, die zu einem Zopf zusammengedreht sind, von allen Seiten nach einer jeden der drei vorhandenen Oeffnungen hin convergiren. Die Beobachtung, dass die radiale Streifung des Protoplasma nur den Radiolarien eigenthümlich ist, deren Kapselmembran von zahlreichen Poren allseitig durchbohrt ist, dass sie dagegen fehlt, wenn die Oeffnungen in geringer Anzahl auf bestimmte Stellen vertheilt sind (Cyrtiden und Tripyleen), noch mehr aber die weitere Beobachtung, dass bei den Tripyleen die Structur durch eine anderweitige, aber analoge Structur vertreten wird, welche den abweichenden Verhältnissen entsprechend modificirt ist: dies Alles weist darauf hin, dass die Anordnung des Protoplasma von der Beschaffenheit der Kapselmembran und zwar, genauer gesagt, von der Art wie diese durchbohrt ist, abhängt. Der Grund hierzu muss nach meiner Ansicht in dem Einfluss gesucht werden, welchen die Oeffnungen der Membran auf alle Lebenserscheinungen und namentlich auf die Bewegungen im Protoplasma ausüben. Wo die Centralkapsel kugelig und ihre Membran überall gleichmässig durchgängig ist, werden alle durch den Stoffwechsel verursachten Strömungen und Umlagerungen vorwiegend radiale Bahnen einhalten; wo nur wenige Ausgänge vorkommen,

werden sie alle nach diesen Punkten hin gerichtet sein. Dass solche anhaltenden und stets in gleicher Weise sich abspielenden Vorgänge schliesslich auch in dem Bau des ihnen zu Grunde liegenden Substrats zum Ausdruck gelangen, ist a priori sehr wahrscheinlich, und so könnten wir die streifigen Structuren des Protoplasma bei den Radiolarien als den anatomischen Ausdruck der in ihrem Körper stattfindenden Strömungen auffassen,

Die hier mitgetheilten Beobachtungen über die intracapsuläre Sarkode der Radiolarien erinnern an die interessanten Angaben Heidenhain's [1]) über den Bau der Epithelzellen in den gewundenen Canälchen der Niere; eine jede Zelle besteht hier zum grössten Theil aus kleinen Stäbchen, welche einander parallel und senkrecht zur Basement-Membrane gestellt sind, den Kern umhüllen und nur in dem nach dem Lumen des Canälchens gewandten Abschnitt von körnigem Protoplasma zusammengehalten werden; im frischen Zustand veranlassen die Stäbchen eine feine Streifung, mit Hilfe von Reagentien können sie von einander gelöst und isolirt werden. Vollkommen dieselben Zellformen treten auch in anderen drüsigen Organen auf, wie in der Schalendrüse und dem Nackenorgan der Cladoceren [2]); dass sie aber nicht auf Drüsen beschränkt sind, lehrt ihr Vorkommen in den Kiemenblättern vieler Crustaceen, wie ich denn als ein ganz vortreffliches Object zum Studium und zur Demonstration der Stäbchen die Kiemen von unserm gewöhnlichen Gammarus pulex empfehlen kann. Auch bei pflanzlichen Objecten sind Stäbchen und prismatische Körper in der äussersten Protoplasmalage, Strasburger's Hautschicht, häufig aufgefunden worden und haben hier zum Theil jedenfalls die gleiche Bedeutung, wie bei den Thieren [3]). Alle diese Fälle, besonders diejenigen, welche sich auf die Drüsen beziehen, scheinen mir zu Gunsten der Art und Weise, in welcher ich oben die Structur erklärt habe, zu sprechen; es ist klar, dass functionirende Drüsenzellen beständig von Strömungen durchsetzt sein müssen, welche von der Basis der Zelle nach dem Canallumen verlaufen und die Secretstoffe nach aussen befördern; sie stehen in dieser Hinsicht unter denselben Bedingungen wie das Protoplasma der Radiolariencentralkapsel. Die Stäbchenstructur hängt daher nicht mit der secretorischen Function der Zelle unmittelbar zusammen, sondern nur insofern, als durch dieselbe constante und stets gleichgerichtete Bewegungserscheinungen hervorgerufen werden.

Bei den grösseren Radiolarien, vielen Colliden (Taf. III), den Aulosphaeren, Aulacanthen und Coelodendren (Taf. X), ist das Protoplasma von Vacuolen durchsetzt, welche bei jeder Art nahezu gleich gross und ausserdem in gleichmässigen Abständen vertheilt sind. Diese Regelmässigkeit ist die Ursache, wesshalb sie früher für Blasen mit besonderen Membranen gehalten und dem entsprechend als Zellen gedeutet worden sind.

Ausser Vacuolen treten im Protoplasma der Radiolarien Einschlüsse der mannigfachsten Art weit verbreitet auf. Von besonderem physiologischen Interesse sind die Eiweisskugeln, sphaerische Körper, die völlig homogen, farblos und durchsichtig sind und den Protoplasmatropfen gleichen, die man beim Zerdrücken lebender Rhizopoden erhält. Am genauesten habe ich dieselben bei der Thalassicolla nucleata untersucht, bei welcher sie in der intracapsulären Sarkode in solchen Mengen

1) R. Heidenhain, Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Nieren. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. X, S. 1.

2) C. Claus, Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Denkschriften der Wiener Acad. math. naturw. Cl. XXXVII, 1. Abth., S. 149. Ders., Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXVII, S. 370. A. Weismann, Ueber Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXIV, S. 388.

3) Strasburger, Zellbildung und Zelltheilung. 2te Aufl. S. 61.

liegen, dass sie nur durch dünne Brücken getrennt werden. Man kann sie hier am lebenden Thier an enucleirten Centralkapseln beobachten, durch Zerzupfen isoliren und mit Reagentien behandeln. Im letzteren Fall coaguliren sie zu einer dünnen Rindenschicht, welche einen Flüssigkeitsraum umschliesst, oder sie platzen und verschwinden dann spurlos.

Die Eiweisskugeln können entweder ohne besonderen Inhalt vorkommen, wie zum Beispiel bei den Cyrtiden (Taf. VIII, Fig. 7), oder sie dienen als Ablagerungsstätten für anderweitige Stoffe. So liegt bei den Thalassicollen gewöhnlich in ihrem Centrum eine Concretion, die in Säuren löslich ist und wahrscheinlich von einem Kalksalz gebildet wird, in ihrem Bau dagegen völlig einem Stärkekorn gleicht, oder anstatt einer Concretion findet sich eine Oelkugel vor. Bei den Sphaerozoiden ist die gesammte Eiweisskugel von fettigen Stoffen erfüllt, so dass das Ganze wie eine einfache Fettmasse aussieht; indessen kömmt auch hier das albuminoide Substrat zum Vorschein, wenn das Fett, was zur Zeit der Fortpflanzung geschieht, resorbirt wird; dann bleibt nämlich ein homogener durchsichtiger Körper übrig, in dem kleine und grössere Fettkörnchen eingeschlossen sind. Ob in ähnlicher Weise auch die bei anderen Radiolarien so häufigen Oelkugeln, welche direct in das Protoplasma eingebettet zu sein scheinen, ein aus Eiweiss bestehendes Substrat besitzen, lasse ich dahingestellt.

Rücksichtlich der physiologischen Bedeutung der Oelkugeln hat Haeckel die Vermuthung ausgesprochen, dass sie als hydrostatische Apparate fungiren, um den Radiolarien das Schwimmen zu erleichtern. Dies kann höchstens eine Aufgabe sein, welche die Oelkugeln nebenbei erfüllen; ihre Hauptaufgabe dagegen ist wohl zweifellos dieselbe wie auch sonst im Thierreich: sie sind aufgestapelte Nährstoffe; daher werden sie auch bei der Schwärmerbildung aufgelöst und vertheilt, so dass jeder Keim seinen Antheil erhält.

In ihrer Bedeutung ganz unaufgeklärt sind gewisse Concretionen und Crystalle, die hier und da in der Classe der Radiolarien angetroffen werden. Am bekanntesten sind die kleinen wetzsteinförmigen Körper der Sphaerozoiden, die in gleicher Anzahl auftreten, als Kerne in der Centralkapsel vorhanden sind, und die bei der Fortpflanzung auf die Schwärmer übergehen. — Zu wiederholten Malen und zwar bei Radiolarien aus ganz verschiedenen Abtheilungen sind bisquitförmige Concremente beobachtet worden, über deren Constitution und Schicksal Nichts bekannt ist. Haeckel sah sie bei der Thalassosphaera bifurca, Krohn bei zwei Acanthometriden, ich selbst habe sie bei einem Haliomma erinaceus (Taf. IV, Fig. 1) und einer Acanthometra serrata gefunden. Ihre Grösse ist sehr verschieden und schwankte bei dem Haliomma zwischen 8 μ.—27 μ.; die Concretionen der Acanthometra waren noch kleiner.

Den Concretionen schliessen sich die grossen Crystalle der Collosphaera Huxleyi an, welche nach Joh. Müller wahrscheinlich aus Coelestin bestehen; merkwürdigerweise bleiben dieselben bei der Fortpflanzung nach der Entleerung der Schwärmer in den Centralkapseln zurück und sind daher wohl Stoffe, die als unbrauchbar ausgeschieden wurden.

Endlich haben wir noch der gelben Pigmentkörperchen der Acanthometriden (Taf. I, Fig. 2b. 3. 8) zu gedenken, welche in dieser Familie fast allgemein vorkommen, während sie sonst fehlen. Haeckel hat dieselben schon früher für ächte Zellen erklärt; in der That ist es mir auch geglückt durch den Nachweis eines Kernes inmitten der feinen Pigmentkörnchen diese Ansicht weiter zu bestätigen; es verdient dies besonders aus dem Grunde Beachtung, weil die genannten Körper die einzigen individualisirten und wahrscheinlich auch von Membranen umschlossenen Zellen in der Centralkapsel sind.

Nachdem wir im Obigen den Bau der Centralkapsel kennen gelernt haben, gehen wir noch

mit wenigen Worten auf die Stellung ein, welche sie im Organismus der Radiolarien einnimmt.

Haeckel hat wiederholt die Ansicht ausgesprochen, dass die Centralkapsel das Fortpflanzungsorgan der Radiolarien sei, weil in ihr die Schwärmer zur Entwicklung kommen; er hat sie daher geradezu ein Sporangium genannt. Dieser Auffassung kann ich nicht beistimmen, weil bei der Schwärmerbildung nicht allein der Inhalt der Centralkapsel, sondern auch die extracapsuläre Sarkode aufgebraucht wird, so dass der ganze Organismus an ihr gleichmässig betheiligt ist. Die Bezeichnung „Sporangium" halte ich noch aus einem weiteren Grunde für ungeeignet; unter einem Sporangium verstehen wir ein Organ, das zum Zwecke der Fortpflanzung gebildet wird und deshalb auch nur während der Fortpflanzung vorhanden ist; beides trifft für die Centralkapseln der Radiolarien nicht zu. Dieselben finden sich schon zu einer Zeit, wo der Organismus noch einkernig ist und sich in keiner Weise auf den Zerfall in Schwärmer vorbereitet; sie sind somit ein von den Entwicklungszuständen unabhängiger Bestandtheil des Radiolarienkörpers, ja man kann sagen, sie sind der wesentlichste Theil dieses Körpers selbst, während die extracapsuläre Sarkode Nichts als eine Ausstrahlung des Kapselinhalts ist. Die Centralkapsel verhält sich zum extracapsulären Weichkörper ähnlich, wie das von der Schale umschlossene Protoplasma einer Thalamophore zu den nach aussen frei hervortretenden Pseudopodien, welche bei manchen Arten, z. B. bei der Globigerina echinoides, ebenfalls eine Strecke weit in einer Gallertumhüllung verlaufen. Hiermit stimmt auch die mehrfach beobachtete Thatsache überein, dass eine enucleirte Centralkapsel für sich fortzuleben vermag und die Fähigkeit besitzt, die extracapsulären Theile zu regeneriren, indem sie durch die Oeffnungen in ihrer Membran neue Sarkodefäden aussendet.

Durch den gemachten Vergleich ist schon ausgesprochen, dass ich der Ansicht Gegenbaur's bin, welcher die Centralkapselmembran zu den Stützapparaten des Organismus rechnet; noch richtiger würde es sein, sie ein Schutzorgan zu nennen, denn durch sie wird ein Theil des Körpermaterials, die in den Oelkugeln enthaltenen Nahrungsmassen und vor Allem die Kerne, den Einflüssen der Aussenwelt entzogen, welchen nur die aus der Centralkapsel hervortretende und die Nahrungsaufnahme vermittelnde Sarkode ausgesetzt ist.

b. Der extracapsuläre Weichkörper.

Die Grundlage des extracapsulären Weichkörpers ist die Gallerte, welche die Centralkapsel allseitig als eine zweite schützende Hülle umgiebt; dieselbe ist völlig farblos und wasserklar, so dass bei frei im Wasser schwebenden Radiolarien ihre Begrenzung gar nicht oder doch nur sehr undeutlich erkennbar ist. Man kann sich jedoch die Contouren überall sofort zur Anschauung bringen, wenn man eine gefärbte Flüssigkeit zusetzt oder auch wenn man die Thiere heftig beunruhigt; im letzteren Falle werden die Pseudopodien eingezogen und hinterlassen auf der Oberfläche einen Ueberzug von Protoplasma, welcher diese dunkler erscheinen lässt; vielleicht findet gleichzeitig auch durch Wasseraustritt eine Verdichtung der Gallerte statt, welche das specifische Gewicht des Körpers erhöht und sein Sinken erleichtert.

Die Consistenz der Gallerte ist nicht gross, aber immerhin bedeutend genug, um einige Zeit dem Druck eines aufgelegten Deckglases Widerstand zu leisten; bei der Thalassicolla nucleata, wo sie am beträchtlichsten ist, steht sie sogar nicht hinter der Festigkeit zurück, welche der Schwimmglocke der grossen acraspeden Medusen zukömmt. In Carmin und Haematoxylin färbt sich die Gallerte erst nach längerem Verweilen in der Flüssigkeit matt rosa oder violett, lässt aber weder gefärbt noch im

frischen Zustand irgend welche feinere Structuren wahrnehmen, wie die radialen oder concentrischen Schichtungen, welche Haeckel zeitweilig an ihr beobachtet hat. Nur bei einigen Acanthometriden (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 4) verlaufen auf der Oberfläche zarte, nicht protoplasmatische Fäden, die wie die elastischen Fasern der Medusen die Bedeutung von Stützapparaten zu haben scheinen.

Eigenthümlich für die Gallerte ist ferner ihre grosse Klebrigkeit, welche zur Folge hat, dass ihre Oberfläche sich mit allerlei Substanzen, mit denen sie in Berührung kömmt, beläd; es macht sich dies namentlich bei den aus dem Mulder stammenden Radiolarien in sehr unangenehmer Weise bemerkbar, da hier die anhaftenden Fremdkörper den Organismus nicht selten völlig verdecken und dann nur mit Mühe wieder entfernt werden können. Derartige incrustirte Thiere, bei denen die Begrenzung der Gallerte ganz besonders deutlich ist, sind übrigens keineswegs in allen Fällen todt, wie Joh. Müller annimmt, sondern können sich weiter entwickeln und Schwärmer bilden, wie ich es öfters bei Collozoen gesehen habe.

Am reichlichsten ist die Gallerte bei den Sphaerozoiden, Colliden, Cyrtiden, Tripyleen und der Mehrzahl der Acanthometriden, während sie andererseits bei den Ethmosphaeriden und Ommatiden nur eine dünne Schicht vorstellt. Ihre Oberfläche ist gewöhnlich kugelig, selbst in den Fällen, wo die Centralkapsel und das Skelet wie bei den Cyrtiden anders gestaltet sind. Nur die Acanthometriden machen hiervon eine Ausnahme, da bei ihnen die Gallerte entsprechend den Stacheln zu den sogenannten Stachelscheiden (Taf. I u. II) ausgezogen ist. Diese stehen in Beziehung zu eigenthümlichen kleinen Apparaten, den „Gallertcilien“ der Autoren oder den contractilen Fäden (f), welche in ihrem Vorkommen auf die Familie der Acanthometriden beschränkt sind und hier im Anschluss an die Stachelscheiden gleich besprochen werden mögen.

Die contractilen Fäden sind im Gegensatz zu den Pseudopodien, die wechselnd ausgestreckt und eingezogen werden, constante Organe, die in bestimmter Anordnung und wahrscheinlich auch in einer für jede Art bestimmten Zahl auftreten. In Kränzen von 5—80 Stück umgeben sie die Stacheln, indem sie mit einer etwas verbreiterten Basis auf dem Ende der Gallertscheide sitzen und mit einer haarfeinen Spitze sich an den Stacheln selbst befestigen; sie sind völlig homogen und verkürzen sich wie Muskelfibrillen unter gleichzeitiger Zunahme ihres Querschnitts im Verlauf ihrer auf äussere Reize hin erfolgenden Contractionen. Waren letztere nur schwach, so verlängern die contractilen Fäden die zugehörige Stachelscheide; bei starken Zuckungen dagegen verlieren sie ihre Befestigung am Stachel und schrumpfen zu dicken kurzen Cylindern mit schräg abgestutzten peripheren Enden zusammen. Ziehen wir noch weiter in Betracht, dass sie nirgends mit dem Protoplasma in Continuität stehen, so kommen wir zu dem Resultat, dass die contractilen Fäden Differenzirungsproducte des Protoplasma sind, welche, wie schon im analytischen Theil hervorgehoben wurde, mit den Muskelstreifen der Infusorien in dieselbe Kategorie gehören. Bei einer einzigen Art, dem Acanthochiasma rubescens (Taf. II, Fig. 7), fand ich die Fäden eines Kranzes durch eine contractile Membran ersetzt, welche man sich dadurch entstanden denken kann, dass jene seitlich mit einander verschmolzen sind.

Sowohl die contractilen Fäden als auch die von Meyen und Huxley ganz richtig beobachtete Gallerte sind von Joh. Müller für Leichenerscheinungen erklärt worden; beim Tode sollen die Pseudopodien der Radiolarien „durch eine gallertige Ausschwitzung, welche im frischen und lebendigen Zustand nicht vorhanden ist, verhüllt werden“, und nur bei den Acanthometriden sollen sie in der Form der Gallertcilienstümpfe noch weiter erkennbar bleiben. In ähnlicher Weise äusserte sich Haeckel, wenn er auch zugab, dass eine gallertige Umwandlung der Pseudopodien und der extracapsulären Sarkode auch auf äussere Reize hin während des Lebens eintreten und nach einiger Zeit wieder rück-

gängig gemacht werden könne. Von der Irrthümlichkeit dieser Anschauungen kann man sich leicht überzeugen; denn man kann bei Thieren, bei welchen zweifellos eine Gallertschicht existirt, in dieser die Sarkodefäden erkennen und an ihnen Körnchenströmung nachweisen; ebenso findet man auch nach der Behandlung mit Reagentien die Fäden als deutlich gesonderte Gebilde in der Gallerte vor, was nicht der Fall sein dürfte, wenn diese aus jenen entstanden wäre. Dass endlich die contractilen Fäden weder mit den Pseudopodien etwas zu thun haben, noch aus derselben Substanz wie die Gallerte bestehen, das geht aus dem, was ich hierüber im analytischen Theil gesagt habe, zur Genüge hervor.

In die Gallerte ist die extracapsuläre Sarkode eingebettet; ihr ansehnlichster Theil liegt als sogenannter „Pseudopodienmutterboden“ auf der Oberfläche der Centralkapselmembran und bildet hier bald eine dicke trübkörnige Schicht, wie bei den Sphaerozoiden, Colliden und namentlich allen Tripyleen, bald einen dünnen kaum wahrnehmbaren Ueberzug wie bei den Acanthometriden und vielen Ommatiden; er kann schwärzliches, bläuliches oder bräunliches Pigment enthalten; doch ist dies im Allgemeinen selten.

In seiner Vertheilung auf der Oberfläche der Centralkapsel ist der Pseudopodienmutterboden von der Structur der Kapselmembran abhängig; wird diese, wie es meistens der Fall ist, an allen Stellen ringsum von Poren durchsetzt, so ist auch er in Form einer überall gleichmässig starken Lage ausgebreitet; dagegen häuft er sich bei allen Radiolarien, bei denen nur an einer beschränkten Stelle eine Communication nach aussen durch das Porenfeld ermöglicht wird, also bei den Cyrtiden, Acanthodesmiden und Plagiacanthiden, am oralen Ende an; bei den Tripyleen endlich ist die Hauptöffnung von besonders dichten und trüben Sarkodemassen umhüllt, während die durch die Nebenöffnungen gekennzeichnete Centralkapselhälfte von einer nur dünnen Schicht bedeckt wird.

Von dem Pseudopodienmutterboden aus gehen Sarkodenetze in die Gallerte und durchsetzen dieselbe, wenn sie nur irgend wie bedeutender ist, nach allen Richtungen; sie sind meist frei von Pigmentkörnern selbst in den Fällen, wo diese die Hüllschicht der Centralkapsel ganz erfüllen; doch kann das Pigment auf äussere Reize hin, den Fäden folgend, durch den ganzen extracapsulären Weichkörper wandern.

Die Gallerte und die extracapsuläre Sarkode sind bei den polyzoen Radiolarien (Taf. III, Fig. 12) das Gemeingut der Colonie, so dass man den Bau derselben kurz in folgender Weise darstellen kann. In einer Gallertmasse liegen zahlreiche Centralkapseln vereint; jede derselben wird von ihrem Pseudopodienmutterboden umgeben; alle hängen unter einander durch dichte, hier ganz besonders stark entwickelte Sarkodenetze zusammen und stehen durch diese in beständigem Nahrungsaustausch. Dieses letzteren Umstands wegen hat Haeckel versucht, die Colonieen der Sphaerozoiden als einen einzigen Organismus zu deuten oder wenigstens diese neue Auffassung als gleichberechtigt neben die alte Auffassung der Polyzoen als Colonieen hinzustellen; er wurde hierzu ausserdem noch dadurch veranlasst, dass er die Centralkapseln nur für Organe der Radiolarien, für Sporangien, hielt. Ein jeder, welcher jedoch, wie ich, in den Centralkapseln der Radiolarien nicht einfache Organe, sondern die wichtigsten Theile ihres Körpers erblickt, wird diesen Auffassungen Haeckel's nicht beistimmen können, sondern die Sphaerozoiden nach wie vor für ächte Colonieen erklären und sie nicht Polycyttarien, sondern Polyzoen nennen.

Die Einzelthiere sind gewöhnlich in den oberflächlichsten Schichten der Gallerte vertheilt; bei Beunruhigung ziehen sie sich jedoch in's Innere zu einem kugeligen Haufen zusammen; dasselbe tritt

auch ein zur Zeit der Fortpflanzung durch Schwärmer und hat stets zur Folge, dass die ganze Colonie zu Boden sinkt.

Die extracapsulären Sarkodenetze der Radiolarien sind befähigt, durch Ansammlung von Flüssigkeit in ihrem Verlaufe Vacuolen zu erzeugen, wie sie auch sonst im Protoplasma anderer Rhizopoden vorkommen; es gilt dies namentlich für die Arten mit einer aussergewöhnlich reichlichen Gallerte, für die Mehrzahl der grossen monozoen Colliden und Tripyleen und für alle polyzoen Sphaerozoiden. Der flüssige Inhalt wird hierbei von einer dünnen membranartig aussehenden Protoplasmaschicht umhüllt und so von der umgebenden Gallerte getrennt. Die Zahl der Vacuolen ist am ansehnlichsten bei den Thalassicollen, wo sie im Umkreis der Centralkapseln in zahlreichen Schichten übereinander liegen; bei den Sphaerozoiden ist sie geringer; dafür können aber einige Vacuolen hier ganz besonders grosse Durchmesser erreichen; dieselben nehmen dann das Centrum der Colonie ein und sind nach aussen von den Centralkapseln bedeckt.

Während die Vacuolen schon von Huxley richtig aufgefasst und mit den Vacuolen der Rhizopoden und Infusorien auf geiche Stufe gestellt wurden, sind sie von Joh. Müller und in Uebereinstimmung mit diesem, wenn auch weniger bestimmt, von E. Haeckel für Zellen mit besonderen Membranen gehalten worden; es war dies eine nothwendige Consequenz der von beiden Forschern vertretenen Ansicht, dass beim lebenden Thiere keine Gallerte existire; wie hätten da die kugeligen Hohlräume bestehen können, wenn sie nicht ihre Hüllen besässen. Ich will nun keineswegs in Abrede stellen, dass unter Umständen die Vacuolen sich auch mit einer eigenen vom Protoplasma unterschiedenen Membran umgeben können, wie ich es selbst für die grosse centrale Vacuole einer Collosphaera wahrscheinlich gemacht habe; die Regel ist es aber jedenfalls nicht. In den meisten Fällen sind die von J. Müller und E. Haeckel beschriebenen Membranen nichts als die protoplasmatischen Wandbelege der im Uebrigen frei in die Gallerte eingebetteten Flüssigkeitsräume; man kann ihren Zusammenhang mit den Fäden des Sarkodenetzes nachweisen; man kann ferner sich davon überzeugen, dass die Vacuolen vielfach vorübergehender Natur sind, indem sie auf Reize hin verschwinden. So haben die Sphaerozoiden, welche mit dem pelagischen Mulder zu Boden fallen, entweder gar keine oder doch nur wenige Vacuolen; bei der Thalassicolla nucleata habe ich sogar bei Loupenbetrachtung das Kommen und Verschwinden des äusseren grossblasigen Vacuolensaumes verfolgen können, wobei das Verschwinden stets durch Erschütterungen des Wassers verursacht wurde und dem Sinken des Organismus vorausging. Möglicherweise sind daher die besprochenen Bildungen hydrostatische Apparate.

Aus den Netzen der extracapsulären Sarkode entspringen an der Oberfläche der Gallerte die von Joh. Müller und Claparède entdeckten und später von E. Haeckel genauer beschriebenen Pseudopodien. Dieselben strahlen nach allen Richtungen hin radienartig aus und sind im Allgemeinen sehr zahlreich, äusserst fein und bald mit kleinen Körnchen übersäet, bald arm an solchen; endlich sind sie auch befähigt, sich zu verästeln und unter einander zu anastomosiren; letzteres findet viel seltener Statt als bei den meisten Thalamophoren; doch liegt dies wohl im Wesentlichen daran, dass die Pseudopodien meist eine genau radiale Richtung einhalten und daher wenig Gelegenheit haben, um mit einander zu verschmelzen.

Bei den Pseudopodien der Acanthometriden (Taf. I und II) ist eine feinere Structur wahrzunehmen, analog derjenigen, welche von M. Schultze zuerst beim Actinosphaerium Eichhorni beobachtet und später von anderen Forschern bei einer ganzen Anzahl von Heliozoen wiedergefunden wurde. Die sehr regelmässig gestellten, gewöhnlich auffallend spärlichen Pseudopodien, zeichnen sich durch grosse Starrheit und durch den Mangel von Anastomosen aus und bestehen aus einem Axen-

faden und einer Rindenschicht (Taf. III, Fig. 11), ersterer ist homogen und dringt, wie schon Greeff vermuthete, geraden Wegs in das Innere der Centralkapsel ein, wo er bei der durchsichtigen Acanthometra elastica (Taf. I, Fig. 2 a) bis an das Stachelkreuz heran verfolgt werden kann. Die Rindenschicht ist ein dünner aus der extracapsulären Sarkode stammender Ueberzug, welcher allein Körnchen enthält und stellenweise zu Varicositäten anschwillt.

Aehnliche Structurverhältnisse kehren vielleicht auch bei anderen von mir hierauf hin nicht genauer untersuchten Radiolarien wieder, wie z. B. bei den Sphaerideen und Disciden, bei welchen die Pseudopodien ebenfalls ab und zu starr und lanzenartig aussehen. Dagegen kann das Gesagte nicht für alle Radiolarien verallgemeinert werden; namentlich glaube ich mit aller Sicherheit behaupten zu können, dass die Pseudopodien der Sphaerozoiden, Colliden, Cyrtiden und Tripyleen keine Axenfäden besitzen, da sie hier niemals direct die Gallerte durchsetzen, sondern aus den Sarkodenetzen derselben hervorgehen. Bei der eigenthümlichen Art, in welcher bei den Tripyleen und Cyrtiden die intra- und extracapsuläre Sarkode zusammenhängen, ist es nicht einmal denkbar, dass hier Axenfäden, welche in die Centralkapsel eindringen, vorhanden sind.

An die bisher betrachteten Bestandtheile des extracapsulären Weichkörpers schliessen sich endlich noch die gelben Zellen an, Elemente, deren Stellung im Organismus der Radiolarien noch sehr zweifelhaft ist und die ich im analytischen Theil ganz unberücksichtigt gelassen habe, in der Absicht, im synthetischen Theile sie im Zusammenhang zu besprechen.

Die gelben Zellen der Radiolarien, welche von Huxley bei den Colliden und Sphaerozoiden entdeckt wurden, zeigen überall den gleichen, schon von Haeckel völlig richtig dargestellten Bau; sie haben eine feste Membran, einen gelb gefärbten protoplasmatischen Inhalt und in diesem einen runden homogenen Kern, um welchen herum ausser Pigmentkörnern noch einige stark lichtbrechende Körperchen liegen, welche mit Jod behandelt sich violett färben und daher vielleicht aus Stärke bestehen; hierzu können sich ab und zu noch kleine Oelkugeln gesellen. Die Zellen vermehren sich durch einfache Quertheilung, die schon von J. Müller beobachtet und später genauer von Haeckel beschrieben wurde; demnach strecken sie sich und zerfallen durch bisquitförmige Einschnürung in zwei sich mit neuen Membranen umgebende Stücke; gestützt auf Carminosmiumpräparate kann ich weiter noch hinzufügen, dass der Kern ebenfalls sich bisquitförmig einschnürt und in zwei Tochterkerne theilt.

Seit Huxley wurden die gelben Zellen allgemein für integrirende Bestandtheile der Radiolarienorganisation gehalten; erst Cienkowski hat gegen diese Auffassung Zweifel erhoben und die Vermuthung ausgesprochen, dass man es vielleicht nur mit pflanzlichen Parasiten zu thun habe; er wurde hierzu durch die eigenthümliche Beobachtung veranlasst, dass die gelben Zellen der Sphaerozoiden auch nach dem Tode ihres Trägers am Leben bleiben, dass sie sich mit Schleimmembranen umhüllen, nach einiger Zeit dieselben verlassen und sich nun im freien Zustand mehrfach hintereinander theilen.

In meiner früheren Arbeit habe ich an der alten Ansicht festgehalten, einestheils weil ich wiederholt kleine gelbe Körperchen aufgefunden habe, die mir Entwicklungszustände gelber Zellen zu sein schienen, anderntheils weil ich häufig verfolgen konnte, dass die gelben Zellen an der Auflösung sämmtlicher Protoplasmaeinschlüsse, welche sich während der Schwärmerbildung vollzieht, Theil nehmen. In Folge der Ausdehnung meiner Untersuchungen über zahlreichere Familien, bin ich in der Beurtheilung der gelben Zellen wieder schwankend geworden; da ich aber diesem strittigsten Punkt in der Morphologie der Radiolarien nicht die nöthige Aufmerksamkeit geschenkt habe, möchte ich die aufgeworfene Frage weder nach der einen noch nach der anderen Seite hin entscheiden und beschränke

mich hier, auf zwei Punkte aufmerksam zu machen, welche für die parasitische Natur der gelben Zellen sprechen.

Erstens existiren die gelben Zellen schon bei Organismen, welche nur einen einzigen Kern besitzen, z. B. bei Thalassicollen mit einem Binnenbläschen, in welchem sogar noch der Nucleolus einfach und ungetheilt ist. Wollten wir hier annehmen, dass die gelben Zellen zum Thiere gehören, so würde die Herkunft ihrer Kerne unerklärlich sein; wir müssten uns dann schon zur Hypothese entschliessen, dass letztere selbständig und unabhängig vom Binnenbläschen, dem einzig vorhandenen Kerne, in der extracapsulären Sarkode entstanden sind. Ein solcher Vorgang ist mir persönlich sehr unwahrscheinlich, da gerade die neusten Untersuchungen über die Kerntheilung die Continuität der Kerngenerationen immer mehr und mehr sicher stellen.

Zweitens spricht gegen die Zugehörigkeit der gelben Zellen zum Körper der Radiolarien der Umstand, dass ihre Verbreitung, auch wenn wir von den Acanthometriden absehen, eine beschränkte ist. Leider habe ich während meines Aufenthalts am Meere nicht die genügenden Notizen gesammelt, um hier erschöpfende Angaben zu machen; indessen kann ich mit Bestimmtheit versichern, dass die gelben Zellen bei vielen Radiolarien fehlen. So habe ich vergebens nach ihnen bei den Heliosphaeren, Arachnosphaeren und den beiden Thalassolampen gesucht; die gelben unregelmässig contourirten Körper, welche bei einigen der genannten Arten, keineswegs aber bei allen vorkommen und von Haeckel für Zellen gehalten wurden (Taf. III, Fig. 5; Taf. V, Fig. 2), besitzen nicht diese Bedeutung, wie schon im analytischen Theile hervorgehoben wurde; ebenso habe ich bei keiner einzigen Discide gelbe Zellen gesehen, womit übereinstimmt, dass auch Haeckel sie nirgends bei denselben abgebildet hat. Der besprochene Punkt scheint mir aber von besonderer Wichtigkeit, da man in einem so wesentlichen Theile der Organisation bei so nahe verwandten Thieren wie den Colliden, Heliosphaeriden etc. übereinstimmende Verhältnisse erwarten sollte.

3. Die Morphologie des Skelets.

Bei der Besprechung des Weichkörpers der Radiolarien ist es uns möglich gewesen, bei sämmtlichen Familien so zahlreiche und wichtige Eigenschaften nachzuweisen, dass wir berechtigt sind, alle Organisationszustände als Modificationen einer gemeinsamen Grundform zu betrachten. Eine gleiche Auffassung lässt sich für das Skelet nicht durchführen, bei welchem, selbst wenn wir von den skeletlosen Arten ganz absehen, kein einziger Charakter durch die ganze Reihe hindurch verfolgt werden kann. Weder die chemische Constitution, noch die Form der Skelettheile, noch das Princip ihrer Anordnung sind innerhalb der Classe constant, während sich bei der so häufig mit ihr verglichenen Classe der Thalamophoren fast für alle diese Merkmale gemeinsame Gesichtspunkte aufstellen lassen. Bei den Radiolarien hat sich unzweifelhaft das Skelet mehrfach entwickelt, so dass wir gezwungen sind von Anfang an einzelne von einander unabhängige Typen auseinander zu halten und getrennt zu behandeln; wir unterscheiden hierbei zunächst zwischen den kieseligen und den nicht aus Kiesel bestehenden Skeleten.

a. Skelete, welche nicht aus Kiesel bestehen.

Acanthinskelete. Stachelskelete.

Während Joh. Müller allen Radiolarien Kieselskelete zuschrieb, hat Haeckel zuerst die wichtige Thatsache entdeckt, dass die Skelete der Acanthometriden und Dorataspiden (unserer Acantho-

phractiden) von einer Substanz gebildet werden, welche in vielen Säuren und Alkalien löslich ist, beim Glühen zerstört wird und daher als ein eigenthümlicher organischer Körper, dem er den Namen „Acanthin“ gab, angesehen werden muss. Die Tragweite dieser Entdeckungen beeinträchtigte er jedoch selbst durch die Annahme, dass die Acanthinstacheln mancher Acanthometriden später verkieseln möchten und dass somit das Acanthin nur der Vorläufer oder das Substrat für die Kieselablagerung sei; so sollen die Stacheln der Acanthochiasmen, Lithopteren und Haliommatidien aus Kieselsäure bestehen und auch bei den Amphilonchen sollen sie bei der Alterszunahme schwerer löslich werden.

Glühversuche habe ich nicht angestellt, dagegen habe ich beobachtet, dass die Skelete aller Acanthometriden, Acanthophractiden und Diploconiden mit Einschluss der von Haeckel ausgenommenen Arten in Osmiumsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure und Kalilauge löslich sind. Um dies zu beweisen bedarf es weder der Erwärmung noch der Anwendung von Reagentien im concentrirten Zustand; vielfach schienen mir sogar schwache Lösungen intensiver und schneller zu wirken als starke. Hierzu kömmt noch als eine zweite wichtige Eigenthümlichkeit das Lichtbrechungsvermögen der Acanthinskelete, welche in Glycerin stets deutlich contourirt bleiben, während die Kieselskelete der übrigen Radiolarien in dieser Flüssigkeit nahezu unsichtbar werden.

Müssen die Skelete der Acanthometriden und Acanthophractiden schon wegen ihrer differenten chemischen und physikalischen Beschaffenheit für sich besonders behandelt werden, so charakterisiren sie sich ferner noch durch ihre morphologische Gleichartigkeit als ein einheitlicher Typus. Ausnahmslos setzen sie sich nämlich aus zwanzig radial gestellten und im Mittelpunkt der Centralkapsel vereinten Stacheln zusammen (Taf. I und II), so dass man sie auch im Gegensatz zu den übrigen Radiolarienskeleten, bei welchen eine solche Anordnung nicht existirt, als Stachelskelete bezeichnen kann. Die centrale Vereinigung kömmt zu Stande, indem sich, wie schon Müller und Haeckel gezeigt haben, die Stacheln entweder mit keilförmig zugespitzten Enden aneinanderlagern, oder indem sie gemeinsam zu einer kleinen Kugel verschmelzen, oder indem je zwei, welche in denselben Durchmessern liegen, mit einander verwachsen, so dass dann zehn beiderseits aus der Centralkapsel hervorragende und im Centrum sich kreuzende Stacheln gebildet werden.

Alle zwanzig Stacheln der Acanthometriden und Acanthophractiden sind nach dem Müller'schen Gesetz angeordnet, welches von Joh. Müller zuerst für einige Arten erläutert, in seiner Allgemeingiltigkeit für die Acanthometriden und Acanthophractiden aber erst von Haeckel nachgewiesen wurde. Diesem Gesetz zufolge stehen die Stacheln jedesmal zu vier in fünf Kreisen, welche man mit den fünf die Erdoberfläche eintheilenden Kreisen vergleichen kann: in einem aequatorialen Kreis, zwei Tropenkreisen und zwei polaren Kreisen; sie sind völlig solide Gebilde und nach ihrer Gestalt entweder drehrund oder vierkantig, während dreikantige Stacheln, wie sie den übrigen Radiolarien fast ausschliesslich zukommen, niemals beobachtet werden. Bei manchen Acanthometriden sind die vier aequatorialen Stacheln oder auch nur zwei derselben kräftiger als die übrigen und können dann als Hauptstacheln von den übrigen unterschieden werden; dies ist in sofern von Wichtigkeit als das seiner Anlage nach durchaus homaxone Skelet hierdurch zu einem monaxonen umgeformt wird.

Schon bei manchen Acanthometriden (Taf. II, Fig. 4) gehen seitliche, tangential gerichtete Fortsätze von den Stacheln ab; von grösserer morphologischer Bedeutung werden dieselben aber erst bei den Acanthophractiden (Taf. I, Fig. 6), bei welchen sie zur Bildung von Gitterkugeln Veranlassung geben, indem sie sich alle in einer gemeinsamen Kugelebene ausbreiten, sich verästeln und unter einander zu Gittermaschen vereinen. Die fertigen Gitterkugeln lassen diesen Bildungsmodus daran erkennen, dass sie aus so viel getrennten Stücken — den Gittertafeln Haeckel's —

bestehen, als Stacheln vorhanden sind. Hierdurch, sowie durch ihre gesammte Genese und ihre chemische Zusammensetzung unterscheiden sie sich von den kieseligen Gitterkugeln der Sphaerideen, welche gleichsam wie aus einem Guss sind und niemals radiale im Centrum zusammenstossende Stacheln besitzen. Die Wichtigkeit dieses Unterschieds haben Haeckel und Joh. Müller nicht genügend gewürdigt. Denn obwohl sie die im Bau wie in der Entwicklung zu Tage tretenden Beziehungen der secundären Gitterkugeln der Acanthophractiden zu den Stachelskeleten der Acanthometriden völlig richtig erkannten, brachten sie jene gleichwohl mit den primären Gitterkugeln der Sphaerideen in dieselbe Kategorie; erst in der Neuzeit hat Haeckel die Acanthophractiden von den Sphaerideen hinweg zu den Acanthometriden gestellt.

Da auch das Skelet der Diploconiden aus dem der Acanthometriden abgeleitet werden muss, so komme ich zu dem Resultat, dass allen Acanthinskeleten ein gemeinsamer Bauplan zu Grunde liegt, der sich in der Gattung Acanthometra in seiner einfachsten Form offenbart; derselbe kann sich complicirter gestalten, indem eine oder mehrere Gitterkugeln im Anschluss an die Stacheln entstehen, muss aber auch dann noch von den Typen, welche bei den Kieselskeleten auftreten, scharf getrennt werden.

b. Skelete, welche aus Kieselsäure bestehen.

Alle Kieselskelete sind sofort daran zu erkennen, dass sie das gleiche Lichtbrechungsvermögen wie Glycerin haben und daher in dasselbe eingebettet fast vollkommen verschwinden. Ausserdem bleiben sie selbst in ihren feinsten Theilen ganz unverändert, wenn man sie mit den schon oben genannten Säuren kocht.

Morphologisch betrachtet sind die Kieselskelete so mannigfaltig, dass es unmöglich ist sie auf eine einzige Grundform zurückzuführen; da die einzelnen Stücke, aus welchen sie sich zusammensetzen, bei einem Theil solid, bei einem anderen hohl sind, so erhalten wir zwei Hauptgruppen, innerhalb welcher noch ausserdem eine Anzahl unabhängiger Typen unterschieden werden müssen.

α. Kieselskelete, welche sich aus soliden Stücken zusammensetzen.

Unter den soliden Kieselskeleten, welche bei den Radiolarien am weitesten verbreitet sind und namentlich in fossilen Ablagerungen fast ausschliesslich auftreten, begegnet man zahlreichen Formen, welche überhaupt keinem bestimmten Typus untergeordnet werden können; es sind dies die Anfänge zu Skeletbildungen, welche keine höhere Entwicklung erfahren haben. Hierher gehören vor Allem die Nadeln der Colliden und Sphaerozoiden, welche lose und vorwiegend in tangentialer Richtung zur Centralkapsel in der extracapsulären Sarkode zerstreut sind; vielleicht gehört hierher auch das Skelet der Plagiacanthiden (Taf. VII, Fig. 6) mit seinen drei Stacheln, die wie die Kanten einer dreiseitigen Pyramide gestellt und an einem Ende verwachsen sind; letzteres könnte möglicherweise auch als ein Vorläufer der Cyrtoidschalen, bei welchen ebenfalls drei von einem Punkte aus entspringende Stacheln vorkommen, angesehen werden; allein zur Zeit fehlen noch die Uebergangsformen, welche zur Begründung der hier geäusserten Vermuthung nothwendig sind.

Alle nach Ausschluss jener wenigen Formen übrigbleibenden Skelete bilden drei natürliche Gruppen: 1. die Sphaeroidskelete, 2. die Cyrtoidskelete, 3. die Cricoidskelete.

1. Sphaeroidskelete.

In der Art, in welcher ich die Gruppe der Sphaeroidskelete umgrenze, weiche ich nicht unwesentlich von Haeckel ab; ich schliesse von ihr alle Skelete der Acanthophractiden, Aulosphaeriden

und Coelodendriden aus, die ersteren, weil sie nicht aus Kieselsäure bestehen und weil sie der Vereinigung von anfänglich getrennten Stücken ihren Ursprung verdanken, die beiden letzteren, weil ihre Einzeltheile hohl sind; dafür bereichere ich die Gruppe mit den Discoid- und Spongoidschalen Haeckel's.

Die Sphaeroidskelete (Taf. IV. V. VI) sind Gitterschalen, welche dauernd oder doch ihrer Anlage nach kugelig sind, und deren Kieselmasse nicht von Hohlgängen durchsetzt wird; sie werden aus einem einzigen Stück gebildet und treten von Anfang an als ein Ganzes in die Erscheinung, wie ich dies auch für die Gitterkugeln der Heliozoen (Clathrulina) früher geschildert habe. Niemals hat man an ihnen, wenn man von den Anhängen des Skelets, den Stacheln und ihren Ausläufern, absieht, ein successives Entstehen, ein Zusammenwachsen von getrennten Centren aus beobachtet.

Auf ihren feineren Bau untersucht zeigen die Schalen eine sehr verschiedenartige Gitterung. Bei den meisten Ethmosphaeriden (Taf. V, Fig. 1. 2. 7), welche ich geneigt bin, für die ursprünglichsten Formen zu halten, findet sich ein hexagonales Maschenwerk von sehr zarten Kieselstäbchen; bei anderen Sphaerideen, vielen Ommatiden, sind die Stäbchen verbreitert und die Ecken der Sechsecke abgerundet, so dass kreisförmige Oeffnungen entstehen, welche nach demselben Princip wie die hexagonalen Maschen vertheilt sind; hierbei können auf den breiten Skeletbrücken, welche die Oeffnungen trennen, noch leistenförmige Erhabenheiten verlaufen, welche sich unter einander zu Sechsecken vereinigen und daher an die Stäbchen der Ethmosphaeriden erinnern (Taf. IV, Fig. 9). Endlich giebt es viele Schalen, deren Gitterung vollkommen unregelmässig ist (Taf. IV, Fig. 1).

Entweder ist nur eine Gitterkugel vorhanden (Ethmosphaeriden) oder die Zahl derselben beträgt zwei und darüber; in letzterem Falle sind sie durch radiale Stäbe unter einander verbunden, welche sich von den Stacheln der Acanthophractiden dadurch unterscheiden, dass sie im Centrum des ganzen Skelets nicht zusammentreffen, sondern an der innersten Gitterkugel beginnen (Taf. IV). Diese nimmt als Ausgangspunkt der radialen Stäbe eine wichtige Stellung im ganzen Skelet ein und wird daher zweckmässig als „Markschale“ („Nucleus“ Joh. Müller) allen übrigen Gitterkugeln als den „Rindenschalen“ gegenüber gestellt. Beide Namen stammen von Haeckel, wurden aber von demselben in einem anderen Sinne angewandt, als es hier geschehen ist. Haeckel nennt Markschalen alle intracapsulären Gitterkugeln; daher gelten für ihn als Markschalen sowohl die beiden inneren von den drei Gitterkugeln des Actinomma (Taf. IV, Fig. 4) als auch die überhaupt nur in Einzahl vertretene Gitterkugel des Cladococcus. Ich meinerseits halte die Bezeichnungsweise nach den Lagebeziehungen zur Centralkapsel für unzweckmässig, weil dieselbe Gitterkugel bei derselben Art je nach der Grösse der Centralkapsel bald innerhalb bald ausserhalb liegen kann.

Ausser den Gitterkugeln, welche die Grundlage der Sphaeroidskelete abgeben, müssen noch die radialen Anhänge oder Stacheln erwähnt werden, welche sich bei den meisten Arten von der Oberfläche der äussersten Rindenschale erheben; dieselben fallen bei der Anwesenheit von Verbindungsstäben zum Theil in deren Verlängerung und zeichnen sich dann gewöhnlich als Hauptstacheln durch grössere Stärke vor den übrigen als den Nebenstacheln aus. Hauptstacheln wie Nebenstacheln sitzen mit Vorliebe an Stellen, wo drei Gitterbrücken zusammenstossen, und sind in Folge davon meist dreikantig, indem eine jede Kante in eine Gitterbrücke ausläuft (Taf. V, Fig. 2 u. 7). Ihre Anordnung und Zahl wird nach Haeckel bei manchen Radiolarien von dem Müller'schen Gesetz bestimmt, wofür die von mir beobachteten Arten jedoch keine Beispiele geliefert haben.

Unter einander können sich die Stacheln durch Kieselfäden verbinden, welche sich in ein oder mehreren Kugelebenen ausspannen und so ein oder mehrere kugelige Netze erzeugen (Taf. V, Fig. 2);

dieselben hat Haeckel mit den Gitterkugeln auf gleiche Stufe gestellt, obwohl er selbst nachgewiesen hat, dass sie erst successive von den Stacheln aus gebildet werden, indem Fortsätze in tangentialer Richtung hervorwachsen und unter einander verschmelzen; ich glaube aber, dass man sie als secundäre Bildungen scharf von den primären Theilen des Skelets unterscheiden muss, und bezeichne sie daher nicht als Rindenschalen, sondern als Kieselnetze.

Nicht überall ist der sphaeroidale Typus so schön wie bei den bisher betrachteten Skeletformen entwickelt, sondern er ist mancherlei Abänderungen unterworfen, welche zum Theil unbedeutend sind, zum Theil aber ihn fast zur Unkenntlichkeit umwandeln können (Taf. VI). Geringfügige Abänderungen erblicke ich in der linsenförmigen Abplattung der Rindenschale, welche von Haeckel bei der Gattung Heliodiscus beobachtet worden ist; in einer tiefer greifenden Weise sind die Skelete der Tetrapylen umgestaltet, bei welchen zwei Seiten der Rindenschale gleichsam eingedrückt sind und zwei Querbrücken bilden, welche vom Rest der Gitterkugel durch vier (2 × 2) grosse Oeffnungen getrennt werden (Taf. IV, Fig. 7; Taf. VI, Fig. 2 u. 5). Wie in Folge dessen die Schale nicht in sich zum Abschluss kömmt und in zwei senkrecht auf einander stehenden Ebenen weiter wächst, ist im analytischen Theile erläutert worden (cfr. S. 52).

Am meisten verläugnen den ihnen zu Grunde liegenden Sphaeroidtypus die Discoidschalen; Haeckel hat sie daher auch in einer besonderen Gruppe zusammengefasst, obwohl er die Möglichkeit in Erwägung zog, dass sie aus Kugelskeleten abzuleiten seien. Letzteres ist nach meiner Ansicht in der That der Fall und zwar schlagen die Skelete der Lithelien die Brücke von den normal entwickelten Sphaeroidschalen zu den Discoidschalen.

Bei den Lithelien (Taf. VI, Fig. 4 u. 6) sind zwei Gitterkugeln vorhanden; von denselben ist die Markschale im Wesentlichen wie bei den Ommatiden beschaffen; die Rindenschale dagegen ist an einer Stelle durch eine Oeffnung unterbrochen, wobei der eine Rand der Oeffnung der Markschale näher liegt und somit einen kürzeren Krümmungsradius hat als der andere Rand. Dieser vergrössert sich in spiraler Richtung weiterwachsend und erzeugt eine nach den Arten verschieden grosse Anzahl Spiralwindungen, von welchen eine jede die vorhergehende allseitig umhüllt.

Mit den Lithelien stimmen die Disciden darin überein, dass sie eine kugelige Markschale und eine unbegrenzt in der Spirale fortwachsende Rindenschale besitzen; dagegen kommt bei ihnen als ein neues Moment die linsen- oder scheibenförmige Abplattung des Skelets hinzu. Wenn wir die Ebene, in welcher die Spiralwindungen der Rindenschale aufgewickelt sind, die Spiralebene und die Ebene, in welcher das Skelet abgeplattet ist, die Scheibenebene nennen, so können beide zunächst zusammenfallen; dann lassen die Schalen die spirale Anordnung erkennen, wenn sie auf ihrer Breitseite liegen (Taf. VI, Fig. 8); stehen dagegen beide Ebenen senkrecht zu einander, dann muss man die Schalen auf die Kante stellen, um das Bild einer Spirale zu erhalten (Taf. VI, Fig. 7 b). Ersteres ist bei den Discospiriden, letzteres bei den Trematodisciden der Fall. Hierbei scheint es mir jedoch fraglich, ob überhaupt ein so scharfer Gegensatz in der relativen Lagerung der beiden Ebenen besteht, oder ob nicht dieselben bei der nämlichen Art verschiedene Winkel mit einander bilden können. Im letzteren Falle würde die Unterscheidung von Trematodisciden und Discospiriden überhaupt hinfällig werden, indem die Arten der einen Familie nur Varietäten von den Arten der anderen sein würden. Indessen ist es nicht meine Absicht, auf diese Frage hier näher einzugehen, da sie doch nur mit Hilfe eines sehr umfangreichen Materials gelöst werden kann.

Wie schon oben erwähnt wurde, hat auch Haeckel eine Ableitung der Discoidschalen von den Sphaeroidschalen versucht, indessen in einer ganz anderen Weise, als es hier geschehen ist.

Haeckel betrachtet als Uebergang das Skelet des Heliodiscus, bei welchem die Rindenschale zu einem scheiben- oder linsenförmigen Körper abgeflacht ist. Zwischen den beiden einander nahezu parallelen Platten der Rindenschale, die den zwei Deckplatten der Discidenskelete entsprechen sollen, lässt er radiale und cyclische (Trematodisciden) resp. spirale (Discospiriden) Septen neu auftreten, welche den Binnenraum in Kammern theilen. Wenn nun auch diese Rückführung wegen ihrer Uebersichtlichkeit und leichten Verständlichkeit viel Bestechendes hat, so wird sie doch durch die Angaben, welche ich über den Bau der auf die Kante gestellten Discoidschalen gemacht habe, widerlegt; namentlich widerspricht ihr die Beobachtung, dass die Deckplatten keine einheitlichen Stücke sind, sondern dass die einzelnen Theile derselben und die cyclischen Scheidewände zusammen gehören (vergl. hierüber S. 61).

Die Sphaeroidskelete, sowohl die typischen als auch die discoidalen Formen, können endlich noch eine Umgestaltung ihres Gitterwerks erfahren, indem die Kieselbälkchen sich verfeinern und eine regellose Anordnung annehmen, so dass aus den Gitterschalen spongiöse Gerüste entstehen. Im analytischen Theile habe ich die Skelete der Spongosphaeriden (Taf. IV, Fig. 3. 5. 10) auf diese Weise auf die Kugelschalen der Ommatiden zurückgeführt; in geicher Weise sind höchst wahrscheinlich die Skelete der Spongodisciden aus denen der gewöhnlichen Disciden hervorgegangen.

2. Cyrtoidskelete.

Den Sphaeroidschalen gleichen die Cyrtoidschalen (Taf. VIII), zu denen ich hier nur die Skelete der Monocyrtiden, Dicyrtiden und Stichocyrtiden rechne, insofern sie ebenfalls von gegitterten Kiesellamellen gebildet werden. Letztere sind gewöhnlich derb und massiv und werden von kleinen kreisrunden Oeffnungen durchbohrt, welche in alternirenden Längs- und Querreihen stehen (Taf. VIII, Fig. 1. 2. 6). Viel seltener sind zarte luftige Gehäuse mit dünnen Kieselstäbchen und polygonalen drei- und sechseckigen Maschen (Taf. VII, Fig. 3; Taf. VIII, Fig. 5).

Von den bisher besprochenen Skeleten unterscheiden sich die Cyrtoidschalen durch die ihnen eigenthümliche monaxone Grundgestalt. Schon ihre ursprünglichsten Formen, die Gehäuse der Monocyrtiden, sind wie Glocken an ihrem apicalen Pole geschlossen und am basalen Pole weit geöffnet (Taf. VII, Fig. 3); aus ihnen haben sich die Gehäuse der Dicyrtiden und Stichocyrtiden entwickelt, indem am Rand der basalen Mündung ein Weiterwachsthum Statt gefunden hat; zu der ersten primären Kammer oder dem „Köpfchen" sind auf diese Weise weitere secundäre Kammern hinzugekommen, deren Zahl bei den Dicyrtiden (Taf. VIII, Fig. 1. 2. 5. 6) zwei, bei den Stichocyrtiden (Taf. VIII, Fig. 3 u. 4) bis zu acht beträgt. In den zwei- oder mehrkammrigen Gehäusen ist die Grenze zwischen den primären und secundären Skelettheilen, zwischen dem Köpfchen und den folgenden Kammern durch eine deutliche wohl bei keiner ächten Cyrtide fehlende Querscheidewand bezeichnet. Im einfachsten Falle finden sich drei Stäbe (Taf. VIII, Fig. 2 a), welche von einem gemeinsamen Punkt ausgehen und an die Wand des Gehäuses treten; entweder enden sie hier, oder sie verlängern sich in drei über die Oberfläche frei hervorragende Stacheln (Fig. 1), oder sie verlaufen in der Wand der secundären Kammern weiter und theilen sie in drei gleich grosse Abschnitte ein (Fig. 6 b). In den meisten Fällen aber existirt ausser den drei Stäben noch ein vierter (Taf. VIII, Fig. 3 a. 5 b. 6 b), welcher mit ihnen nicht in einer Ebene liegt, sondern von ihnen aus schräg nach der Wölbung des Köpfchens emporsteigt; derselbe setzt sich meistentheils ebenfalls in einen kräftigen Stachel fort, in welchen das ganze Gehäuse sich zuspitzt (Taf. VIII, Fig. 3. 5. 6).

Wenn nur drei Stäbe vorhanden sind, dann enthält das Septum auch nur drei Oeffnungen;

wenn aber noch ein vierter Stab hinzukömmt, so wird durch ihn eine der drei Oeffnungen in zwei ungleiche Theile zerlegt. Die hierdurch bis auf vier vermehrten Oeffnungen können noch weiter durch regellose Querbrücken untergetheilt werden, so dass dann eine Scheidewand mit zahlreichen Löchern entsteht, unter denen aber die vier in der Mitte gelegenen die übrigen an Grösse übertreffen (Taf. VIII, Fig. 8 b).

Die secundären Kammern sind durch ringförmig nach Innen vorspringende schmale und homogene Kiesellamellen viel unvollständiger von einander als von dem Köpfchen getrennt (Taf. VIII, Fig. 3).

Den Kammergrenzen entsprechen auf der Oberfläche des Skelets Einschnürungen, welche ebenfalls ringförmig verlaufen und zwischen der ersten und zweiten Kammer am deutlichsten sind. Wenn dieselben bei einigen Dicyrtiden (Taf. VIII, Fig. 7. 8 a) fehlen, welche daher früher mit Unrecht zu den Monocyrtiden gestellt wurden, so kann dies nicht als ein ursprüngliches Verhalten angesehen werden; vielmehr scheint es mir zweifellos, dass hier die äussere Gliederung der Schale, wie es so häufig bei den Arthropoden vorkömmt, rückgebildet ist. Einen Beweis für die Richtigkeit der geäusserten Ansicht erblicke ich darin, dass bei diesen Pseudomonocyrtiden das Septum am complicirtesten gebaut ist.

Die Vergleichung der ersten Kammer mit dem gesammten Schalenraum der Monocyrtiden und die hierdurch bedingte Unterscheidung von primären und secundären Skelettheilen im Gehäuse der Dicyrtiden und Stichocyrtiden beruht nicht auf einer willkürlichen Annahme, sondern lässt sich entwicklungsgeschichtlich und vergleichend anatomisch begründen. Hinsichtlich der Entwicklungsgeschichte muss hervorgehoben werden, dass bei der Arachnocorys anfänglich nur die erste Kammer vorhanden ist und erst später die zweite allmählig angelegt wird; ebenso wachsen auch die Skelete der Stichocyrtiden, wie Haeckel und Joh. Müller gezeigt haben, einseitig durch Anbildung neuer Kammern am basalen Pole, wenn auch ganz junge Formen mit nur einer Kammer noch nicht beobachtet worden sind. Vergleichend anatomisch endlich ist zweierlei von Wichtigkeit; erstens existirt die Scheidewand, welche ihrer ganzen Beschaffenheit nach bei allen Cyrtiden für homolog angesehen werden muss, schon bei Arten wie der Lithomelissa thoracites (Taf. VIII, Fig. 1), bei welcher von einer zweiten Kammer kaum eine Spur nachweisbar ist; zweitens ist das Verhalten der Centralkapsel nur unter der Voraussetzung verständlich, dass die zweiten und dritten Kammern Neubildungen sind. Bei den Monocyrtiden und den Dicyrtiden mit einer kleinen zweiten Kammer ist die Centralkapsel völlig ungelappt, bei allen übrigen dagegen ist nur der im Köpfchen gelegene Theil einfach. Wäre nun die ganze Schale einer Stichocyrtide der Kammer einer Monocyrtide homolog, die Scheidewand dagegen innerhalb der letzteren neu entstanden, dann müsste die Centralkapsel stets ungelappt sein und es müssten die Gitterstäbe der Scheidewand in ihr Inneres eindringen.

Bei den Cyrtiden, wenigstens bei allen von mir untersuchten Formen, spielt die Dreizahl der Skelettheile eine wichtige Rolle, worauf schon Haeckel aufmerksam gemacht hat. Bei dem Tridictyopus (Taf. VII, Fig. 3) ist die basale Mündung durch drei marginale Zacken ausgezeichnet, bei den übrigen bilden drei Stäbe das Septum; wenn vielfach ein vierter Stab durch sein Hinzutreten die dreizählige Anordnung trübt, so müssen wir berücksichtigen, dass derselbe eine ganz andere Stellung im Skelet einnimmt, als die übrigen drei. Die Zahl der Septalstäbe bringt es mit sich, dass bei vielen Cyrtiden auf der Oberfläche des Gehäuses, sei es an der Grenze zwischen der ersten und zweiten Kammer, sei es am Rand der Schalenöffnung drei Stacheln oder drei gegitterte Anhänge stehen. Dieselben sind Verlängerungen der Septalstäbe und als Hauptstacheln zu bezeichnen, wenn noch ausserdem Stacheln vorkommen, welche unregelmässig vertheilt sind, nicht in's Innere der Schale

vordringen und hierdurch sich als Nebenstacheln charakterisiren. Es wiederholen sich hier somit analoge Verhältnisse wie bei den Sphaeroidschalen, und lässt sich die Analogie ferner noch darin nachweisen, dass sich die Stacheln auch secundär unter einander durch Kieselfäden verbinden können, wie es bei der Arachnocorys circumtexta geschieht (Taf. VIII, Fig. 2).

In seiner Monographie hat Haeckel versucht, die Cyrtoidschalen aus den Sphaeroidschalen abzuleiten, indem er annahm, dass die Gitterkugel der Heliosphaeriden sich in einer Richtung gestreckt und an einem Pole der Längsaxe mit einer weiten Mündung geöffnet habe; so sollen aus der Gattung Ethmosphaera successive die Gattungen Cyrtidosphaera, Pylosphaera und Cyrtocalpis entstanden sein, von welchen die beiden letzteren schon Cyrtiden sind. Gegen diese Ableitung ist zu bemerken, dass die Cyrtocalpen und Pylosphaeren überhaupt keine Monocyrtiden, sondern Dicyrtiden sind, dass sie daher nicht an den Anfang der Cyrtidenreihe gehören, sondern als sehr modificirte Formen anzusehen sind. (Hierbei setze ich voraus, dass die Pylosphaeren, über welche wir zur Zeit nur die ziemlich unbrauchbaren Angaben Ehrenberg's besitzen, in der That, wie Haeckel glaubt, zu den Carpocanien, gestellt werden müssen.) Betrachten wir dagegen ächte Monocyrtiden, d. h. einkammrige Cyrtiden mit ungelappter Centralkapsel, die Litharachnien und Tridictyopoden, so sind dieselben im Schalenbau den Ethmosphaeriden durchaus fremd; ich komme daher zum Schluss, dass zwischen den Cyrtoid- und Sphaeroidschalen keine Uebergänge existiren und dass daher auch kein genetischer Zusammenhang zwischen ihnen angenommen werden kann. Es wird dies ausserdem noch dadurch bewiesen, dass es, wie wir später sehen werden, wegen der Beschaffenheit der Centralkapsel nicht möglich ist, die Familie der Cyrtiden aus irgend einer Sphaerideenfamilie abzuleiten.

Will man die Cyrtoidschalen an anderweitige Skeletformen anreihen, so geht dies noch am leichtesten bei der Familie der Plagiacanthiden; man könnte vermuthen, dass die drei Stacheln der letzteren den Septalstacheln der Cyrtiden homolog sind, dass sich das käfigartige Gehäuse erst secundär auf der von diesen gelieferten Grundlage entwickelt habe; hierbei würden aber die Monocyrtiden, bei welchen die fraglichen Stacheln fehlen, Schwierigkeiten bereiten, so dass es mir zunächst am wahrscheinlichsten ist, dass die Cyrtoidschalen selbständig entstanden sind und von Anfang an einen eigenartigen Entwicklungsgang eingeschlagen haben.

3. Cricoidskelete.

Durch neuere noch nicht veröffentlichte Untersuchungen über die Radiolarien der Challengerexpedition ist Haeckel zur Ansicht gelangt, dass der Ausgangspunkt für viele Skelete ein einfacher Kieselring ist. Da ich durch das Studium meines ungleich geringeren Materials zu denselben Resultaten geführt worden bin, fasse ich die betreffenden Skeletformen zu einer besonderen Gruppe, zur Gruppe der Cricoidschalen zusammen; dieselbe steht ebenso selbständig und unabhängig da, wie die beiden vorher betrachteten Gruppen.

In ihrer einfachsten Form (Taf. VII, Fig. 4 u. 5) sind die Cricoidschalen dreikantige massive Kieselringe, welche rings auf ihrem Umfang mit Stacheln bedeckt sind. Durch die besondere Anordnungsweise der letzteren ist an ihnen stets wie bei den Cyrtoidschalen ein basaler und ein apicaler Pol kenntlich.

Zu dem ringförmigen primären Skeletstück gesellen sich weitere Theile hinzu; entweder sind dies gekrümmte Kieselspangen, welche senkrecht zur Ebene des Rings gestellt sind und sich an ihm, beiderseits 1 oder 2, befestigen; oder es sind halbkugelig gewölbte Gitterplatten, welche die Oeffnung des Ringes von rechts und links bedecken (Taf. VII, Fig. 2). Auf diese Weise

bilden sich kleine käfigartige Gehäuse, welche durch den Ring eingeschnürt und in symmetrisch neben einander gelegene Hälften getheilt werden. Dieselben erinnern ganz ausserordentlich an die Schalen der Cyrtiden, so dass sie auch von Haeckel früher zu denselben gerechnet und zu Vertreterinnen einer besonderen Unterfamilie, der Zygocyrtiden, gemacht wurden. Indessen wie sehr sie auch den Eindruck hervorrufen, als seien sie bisquitförmig eingeschnürte einkammrige Cyrtoidschalen, wie sehr sich ferner auch in der Beschaffenheit des zugehörigen Weichkörpers verwandtschaftliche Beziehungen ergeben, so bin ich gleichwohl der Ansicht, dass die Cricoid- und Cyrtoidschalen nichts mit einander zu thun haben, weil jene eine bilateral symmetrische, diese eine triradiale Grundform besitzen.

β. Kieselskelete, welche sich aus hohlen Stücken zusammensetzen.

Nach Ausschluss der betrachteten Formen bleibt noch eine geringe Zahl von Kieselskeleten übrig, welche unter einander darin übereinstimmen, dass sie aus hohlen, röhrenförmigen Stücken bestehen (Taf. IX). Das Röhrenlumen ist bei allen Arten vollkommen geschlossen, so dass kein Protoplasma von aussen in sie hineindringen kann; ebenso sind da, wo viele Röhren vorhanden und unter einander fest verbunden sind, die Canäle derselben von einander durch Scheidewände getrennt.

Ueber den morphologischen Aufbau der Hohlskelete lässt sich wenig Allgemeines sagen, da die einzelnen Formen sich gegenseitig zu entfernt stehen. Isolirte Skelettheile von sehr verschiedener Gestalt finden sich bei den Thalassoplancten, Dictyochen (Fig. 5) und Aulacanthen (Fig. 3) und spielen eine ähnliche Rolle wie die Skelete der Colliden, Sphaerozoiden und Plagiacanthiden unter den soliden Skeleten. Schalen aus einem einzigen Stück kommen den drei übrigen Gattungen, Aulosphaera (Fig. 1), Coelodendrum (Taf. X, Fig. 12) und Coelacantha (Taf. IX, Fig. 2) zu; obwohl dieselben ganz ausserordentlich verschieden sind, so ist doch immerhin die Möglichkeit gegeben, sie auf eine gemeinsame Grundform zurückzuführen. Als Ausgangspunkt muss hierbei das Skelet der Coelacantha angesehen werden, dessen Grundlage eine Gitterkugel von gleicher Gestalt wie die Gitterkugel eines Collozoum ist; von ihr erheben sich radiale Röhren, von deren Enden tangentiale Röhren ausgehen, die sich abermals zu einer Gitterkugel vereinigen. Bei den Aulosphaeren kann man sich vorstellen, dass die innere Gitterkugel (die Markschale) und die radialen Stäbe verloren gegangen sind, so dass nur die äussere aus Röhren bestehende Gitterkugel übrig blieb. Umgekehrt fehlt diese letztere bei den Coelodendren, bei welchen ausserdem die radialen Stäbe einen anderen Charakter angenommen haben, indem sie sich dichotomisch verästelten. Auch ist die innere Gitterkugel der Coelodendren in zwei Halbkugeln zerfallen.

Auf die Analogieen, welche zwischen den Coelodendren und Cladococcen in der Skeletbildung nachweisbar sind, hat schon Haeckel aufmerksam gemacht; ebenso kann die Coelacantha als eine Parallelart zur Diplosphaera angesehen werden, weil bei beiden die Enden der Radialstäbe durch ein Gitternetz zusammenhängen. Dagegen würde es bei der hier vertretenen Auffassung nicht möglich sein, die Aulosphaeren und Heliosphaeren unter einander zu vergleichen, da ja nach ihr die Gitterkugel der ersteren eine secundäre Bildung sein würde.

Wenn wir zum Schluss auf die zusammenfassende Darstellung von der Morphologie des Skelets zurückblicken, so scheint mir aus derselben mit Sicherheit hervorzugehen, dass sich das Skelet bei den Radiolarien mehrfach und unabhängig entwickelt hat, wie ich dies schon am Anfang unserer Betrachtungen hervorhob. Namentlich müssen vier wohl charakterisirte Typen auseinander gehalten werden: 1. die Acanthin- oder Stachelskelete, 2. die Sphaeroidskelete, 3. die Cyrtoidskelete

und 4. die Cricoidskelete. Neben denselben existiren noch zahlreiche andere Formen, welche entweder gar nicht — die Stacheln der Colliden und Sphaerozoiden — oder doch nur mit grossem Vorbehalt — die hohlen Sphaeroidskelete der Tripyleen — zu Gruppen vereinigt werden können.

4. Die Fortpflanzung der Radiolarien.

Der schwierigste Punkt in der Biologie der Radiolarien ist die Entwicklungsgeschichte. Was wir über dieselbe wissen, sind isolirte Thatsachen, welche sich nur auf einen kleinen Bruchtheil der Radiolarien beziehen, während bei der ganz überwiegenden Mehrzahl auch gar Nichts über die Art der Fortpflanzung bekannt ist. Die Gründe hierfür sind leicht nachzuweisen; es ist bisher unmöglich gewesen, eine zusammenhängende Beobachtungsreihe an einem und demselben Thiere zu gewinnen, weil die Entwicklungsvorgänge sehr langsam verlaufen und weil ausserdem die Lebensweise der Radiolarien noch in ein tiefes Dunkel gehüllt ist, so dass man ihnen nicht die zur Fortpflanzung günstigen Existenzbedingungen hat schaffen können. Bei allen Züchtungsversuchen sind die Organismen stets auf einem bestimmten Stadium, dem Schwärmerstadium, abgestorben; daher sind wir bei der Frage nach der Art, in welcher die Schwärmer zu ausgebildeten Thieren werden, vollkommen auf Vermuthungen angewiesen. Da die Radiolarien zur Zeit, wo sie in ihrem Innern Schwärmer erzeugen, zu Boden sinken, so wäre es denkbar, dass diese sich normaler Weise erst auf dem Grunde des Meeres fort zu entwickeln vermögen. Hat es sich doch in der Neuzeit herausgestellt, dass die Radiolarien, welche man früher fast allgemein für pelagische Organismen gehalten hatte, noch in grossen Tiefen bis zu 12,000′ vorkommen, ja dass sie hier sogar in Mengen vertreten sind, welche die pelagischen Schwärme an Reichhaltigkeit der Arten und Zahl der Individuen übertreffen; hierdurch wird es wahrscheinlich, dass die Radiolarien vorwiegend Tiefseebewohner sind, welche ab und zu zur Meeresoberfläche aufsteigen.

Bei der Fortpflanzung der Radiolarien müssen wir zweierlei Processe unterscheiden 1. die Zweitheilung und 2. die Schwärmerbildung.

Ueber Fortpflanzung durch Zweitheilung liegen bei den Monozoen nur die Beobachtungen vor, welche ich selbst bei den Tripyleen gemacht habe, einer Abtheilung, bei welcher nach Alle dem, was ich gesehen habe, dieser Vorgang gar nicht selten ist. Zuerst zerfällt der Kern in zwei Stücke, dann entsteht eine Ringfurche, die sich einerseits zwischen den beiden Nebenöffnungen hinzieht, andererseits die Hauptöffnung halbirt; dieselbe vertieft sich mehr und mehr am aboralen Pole und trennt, von hier aus nach dem oralen Pole vordringend, schliesslich die Centralkapsel mitten durch in zwei symmetrische Hälften. Dem entsprechend begegnet man 1. Thieren mit einer Centralkapsel, aber mit zwei Kernen. 2. Thieren mit bisquitförmiger Centralkapsel, doppeltem Kern und unvollkommen getheilter Hauptöffnung (Taf. X, Fig. 2). 3. Thieren mit zwei an der Hauptöffnung noch zusammenhängenden Centralkapseln (Taf. X, Fig. 11); 4. endlich Thieren mit zwei völlig getrennten Centralkapseln; ein Exemplar der letzten Art hat auch Haeckel bei der Thalassoplancta cavispicula gesehen.

Reichlicher ist das Beobachtungsmaterial bei den polyzoen Radiolarien, bei welchen Haeckel, Cienkowski und ich ähnliche, auf Theilung deutende Bilder erhalten haben. Zwischen den grossen, meist runden Centralkapseln einer Colonie finden sich langgestreckte und bisquitförmig eingeschnürte Exemplare, endlich auch Centralkapseln, die in ihrer Grösse etwa der Hälfte einer bisquitförmigen Centralkapsel entsprechen. Die kleinen homogenen Kerne verhalten sich dabei folgendermaassen: gewöhnlich sind sie zu einem einzigen centralen, rundlichen oder ovalen Haufen dicht zusammengedrängt; in den bisquitförmigen Kapseln dagegen bilden sie in den beiden Enden derselben zwei kleinere

Haufen, von welchen ein jeder etwa aus der gleichen Zahl Kerne besteht, als Kerne in den kleineren Centralkapseln wahrgenommen werden. Bei der Anwesenheit von Oelkugeln ändert sich das Aussehen; in den kugeligen Centralkapseln liegt dann eine grosse centrale Oelkugel, in den ovalen oder bisquitförmigen Centralkapseln dagegen zwei kleinere, in jedem Ende eine. — Wenn nun auch eine Theilung bisher noch nicht im Zusammenhang hat verfolgt werden können, so lässt sich doch aus den geschilderten Befunden schliessen, dass eine solche vorkömmt, dass dabei die Centralkapseln in die Länge wachsen und in zwei Hälften zerfallen, nachdem sich zuvor ihre Oelkugeln und Kernhaufen getheilt haben. Wahrscheinlich bleiben die beiden Theilproducte stets in derselben Gallerte vereint; der ganze Vorgang bedingt daher nicht die Anlage neuer Colonieen, sondern das Wachsthum der vorhandenen.

Haeckel lässt die Sphaerozoiden sich auserdem noch dadurch vergrössern, dass im Inneren einer Muttercentralkapsel eine Brut von Tochtercentralkapseln entsteht; hierbei stützt er sich aber auf Bilder, welche nach meiner Ansicht in anderer Weise gedeutet und auf Stadien der sogleich näher zu besprechenden Fortpflanzung durch Schwärmer bezogen werden müssen.

Zeitweilig treten in den Sarkodenetzen der Sphaerozoiden rundliche, nierenförmige oder gelappte Körper auf, welche sich durch ihr homogenes, dichtes und daher stark lichtbrechendes Protoplasma auszeichnen; sie sind scharf contourirt, aber membranlos und umschliessen in ihrer Mitte einen Haufen kleiner Oelkugeln und im Umkreis desselben einige grosse oder zahlreiche kleine, nur durch Carminfärbung nachweisbare Kerne; gewöhnlich liegen sie im Pseudopodienmutterboden der Centralkapseln in solchen Mengen, dass dieselben ganz von ihnen verdeckt werden. Sind diese schon von Joh. Müller, Haeckel und Cienkowski gesehenen Körper junge Centralkapseln? Cienkowski bejaht diese Frage und nimmt an, dass die Körper sich selbständig aus der extracapsulären Sarkode entwickeln. Dem gegenüber habe ich jedoch zu bemerken, dass wohl schwerlich aus der kernlosen extracapsulären Sarkode kernhaltige Gebilde hervorgehen möchten und dass dieselben daher nur aus dem Inneren der Centralkapseln selbst herstammen können; wie ich vermuthe, stehen die extracapsulären Körper mit der Schwärmerbildung in Zusammenhang.

Ausser Theilungen der Centralcapseln existiren bei den Sphaerozoiden noch Theilungen der gesammten Colonieen; die Gallertklumpen strecken sich wurmförmig und zerfallen durch zahlreiche Einschnürungen in eine perlschnurartige Kette von rundlichen Stücken, welche sich nach einander ablösen. Ausserdem halten Müller und Haeckel es für wahrscheinlich, dass einzelne Centralkapseln frei werden und den Ausgangspunkt für neue Colonieen abgeben können.

Die zweite Art der Fortpflanzung, die Schwärmerbildung, ist ein Vorgang, welcher bei den Radiolarien häufig verfolgt worden ist, ohne dass man jedoch über das Endresultat desselben Klarheit erlangt hätte. Schwärmer wurden zuerst von Joh. Müller bei einer Acanthometra, später von A. Schneider bei der Thalassicolla nucleata und von E. Haeckel beim Sphaerozoum punctatum nachgewiesen; da aber ihre Entwicklungsweise nicht festgestellt worden war, blieb es fraglich, ob die kleinen, Infusorien ähnlichen Körperchen, welche die Centralkapsel erfüllten und beim Sprengen derselben längere Zeit frei herum schwammen, nicht parasitische Monaden gewesen seien. Von Cienkowski und später auch von mir wurden die vorbereitenden Stadien, von Cienkowski bei den Sphaerozoiden, von mir bei den Sphaerozoiden und Colliden, genauer studirt und dadurch der Beweis geliefert, dass die Schwärmer in der That Fortpflanzungsproducte der Radiolarien sind.

Die Schwärmer sind ausserordentlich kleine ovale oder nierenförmige Körperchen, welche stets in ihrem vorderen Ende einen homogenen Kern und in ihrem hinteren Ende einen Haufen von

Fettkörnchen tragen. Ausserdem liegt bei vielen Sphaerozoiden neben den Fettkörnchen noch ein wetzsteinförmiges crystallähnliches Stäbchen von unbekannter Bedeutung. Die Fortbewegung wird durch eine einzige Geissel bewirkt, welche seitlich am vorderen Ende angebracht und im Verhältniss zur Grösse des Schwärmers sehr lang ist. Bei vielen Colonieen des Collozoum inerme fand ich in allen Centralkapseln constant zweierlei durch ihre Grösse unterschiedene Formen, Macro- und Microsporen.

Die Entwicklung der Schwärmer tritt in den Centralkapseln ein, so wie dieselben von den kleinen homogenen Kernen, deren Genese aus dem Binnenbläschen oder dem Mutterkern schon oben besprochen wurde, fast ganz erfüllt sind. Gewöhnlich zerfällt der Kapselinhalt gleichmässig in so viel einkernige Stücke, als Kerne vorhanden sind, nachdem sich zuvor im Umkreis um jeden derselben der zugehörige Haufen von Fettkörnchen und eventuell auch der wetzsteinförmige Krystall gebildet hat. Seltener ballt sich zuvor der Inhalt zu grösseren rundlichen vielkernigen Portionen zusammen, die in ihrer Mitte dann ihre besonderen Oelkugeln bergen können und die erst später sich in eine Zahl von Schwärmeranlagen auflösen. In letzterem Falle umhüllt die Centralkapselmembran viele gegen einander gepresste Körper, welche von Haeckel für eine Brut von endogen entstandenen Centralkapseln gehalten wurden.

Während der Fortpflanzungsperiode werden alle Protoplasmaeinschlüsse, die Oelkugeln und die Concretionen, resorbirt; die Vacuolen collabiren und die Pseudopodien werden eingezogen; bei den Polyzoen kriechen alle Centralkapseln zu einem Haufen im Centrum der Gallerte zusammen. Die Folge ist, dass das Thier, beziehungsweise die Colonie, als ein kreideweisser Fleck zu Boden fällt.

Allmählig trennen sich die einzelnen Schwärmeranlagen völlig von einander, entwickeln eine Geissel und sprengen nach heftigen, lange andauernden tumultuarischen Bewegungen die Kapselmembran, um sich in grossen Schwärmen nach aussen zu entleeren. Ihr weiteres Schicksal ist leider unbekannt, da alle Versuche, sie zu jungen Radiolarien zu züchten, bisher fehlgeschlagen sind; es ist sogar nicht einmal möglich gewesen zu beobachten, dass die Schwärmer ihre Geissel verlieren und in den Rhizopodenzustand übergehen. Nach der Entleerung der Schwärmer bleibt nur die Gallerte zurück, woraus entnommen werden kann, dass alle lebenden Theile des Organismus zur Bildung von Schwärmern aufgebraucht werden.

Die hier in Kürze beschriebene Entwicklungsweise ist bei den Colliden, Sphaerozoiden und Acanthometriden nachgewiesen worden, also bei Familien, welche weit auseinander stehen; ausserdem ist ihr Vorkommen bei den Sphaerideen durch die Untersuchung einer Rhizosphaera, deren Centralkapsel von Kernen ganz erfüllt war, sehr wahrscheinlich gemacht. Man kann daher wohl annehmen, dass die Fortpflanzung durch Schwärmer allen Radiolarien zukömmt und als ein auch systematisch wichtiger Charakter der Gruppe angesehen werden kann.

5. Die Radiolarien und die Zellentheorie.

In meiner Arbeit über die Sphaerozoiden und Thalassicolliden bin ich zu dem Resultate gekommen, dass die Radiolarien sich in ihrem Baue unseren histologischen Auffassungen in jeder Beziehung unterordnen lassen, indem sie wie andere niedere Organismen den Formwerth einer einzigen Zelle besitzen. Diese Auffassung ist durch die Ausdehnung der Beobachtungen auf die übrigen Familien vollkommen bestätigt worden; die früher nicht berücksichtigten Formen sind sogar zum grössten Theile noch trefflichere Beispiele für die Annahme der Einzelligkeit, als es die Colliden und Sphaerozoiden waren. Eine Ethmosphaeride, eine

Cyrtide oder eine Discide entfernt sich vom Schema einer Zelle nicht weiter, als eine Amoebe, eine Actinophrye oder eine Süsswassermonothalamie; überall tritt im Inneren des Protoplasma ein rundlicher Körper auf, welcher wegen seines Baues und seiner microchemischen Eigenschaften unzweifelhaft als Zellkern gedeutet werden muss.

Ob es sich empfiehlt die Bezeichnung „einzellig" auch auf diejenigen Radiolarien anzuwenden, welche wie die Acanthometriden und Sphaerozoiden schon frühzeitig mit zahlreichen Kernen versehen sind, oder ob es zweckmässiger ist, dieselben zu den vielzelligen Organismen zu rechnen, ist eine Frage, welche in gleicher Weise auch bei anderen Protisten aufgeworfen werden kann und deren Beantwortung verschieden ausfällt, je nachdem man einen Protoplasmakörper mit vielen Kernen für eine Zelle oder für einen Complex von Zellen, ein „Syncytium" (Haeckel), hält; ich bin dafür in solchen Fällen nur von einer Zelle zu reden und werde hierzu durch folgende Erwägungen bestimmt.

Die vielkernigen Zellen sind Uebergangsstadien zwischen den einkernigen Zellen und den Zellenhaufen; meistentheils, z. B. während der Fortpflanzung der Radiolarien, sehen wir sie aus ersteren durch Kernvermehrung entstehen und sich in letztere durch einen mehr oder minder rasch verlaufenden Zerfall umwandeln. Alle drei Zustände sind daher Glieder einer gemeinsamen Entwicklungsreihe und können selbst wieder mittelst Uebergänge, wie wir solche bei den Radiolarien kennen gelernt haben, unter einander zusammenhängen. Wenn meine Auffassung von der Entwicklung der Colliden richtig ist, so wird hier die Vielkernigkeit dadurch vorbereitet, dass der ursprünglich uninucleoläre Kern zu einem multinucleolären wird; zwischen die vielkernige Zelle und die einkernige uninucleoläre Zelle schiebt sich dann als ein vermittelndes Stadium die einkernige multinucleoläre Zelle ein. Andernseits geht auch die vielkernige Zelle allmählig in den Zellenhaufen über, indem die Kerne mehr und mehr Einfluss auf die Anordnung des Protoplasma gewinnen. Ehe die Schwärmer der Radiolarien völlig getrennt sind, sammeln sich ihre einzelnen Bestandtheile, die Fettkörnchen und wetzsteinförmigen Crystalle, im Umkreis der Kerne an, welche so zu Attractionscentren in der Centralkapsel werden.

Wenn nun auch Abgrenzungen innerhalb continuirlicher Entwicklungsreihen stets etwas Willkürliches haben, so sind dieselben doch durch die Natur unserer Begriffsbestimmungen geboten; unsere Aufgabe kann es daher nur sein, dafür zu sorgen, dass bei der Unterscheidung von Entwicklungsstadien die Grenzen da gezogen werden, wo wichtige Charaktere eine Veränderung erfahren haben.

Nach unseren histologischen Anschauungen ist es für das Wesen der Zelle von fundamentaler Bedeutung, dass sie eine morphologisch und physiologisch in sich abgeschlossene Einheit, ein Elementarorganismus ist, welcher nicht allein die Fähigkeit zu einer selbständigen Existenz besitzt, sondern auch in einer mehr oder minder beschränkten Weise eine selbständige Existenz führt. In dieser Hinsicht verhalten sich eine vielkernige Protoplasmamasse und eine einkernige Zelle völlig gleich, da beide in ihren Lebenserscheinungen der Aussenwelt als ein einziges Individuum gegenüberstehen; jedenfalls können wir bis jetzt nicht nachweisen, dass durch die Vervielfältigung der Kerne hier irgend eine Veränderung bedingt werde. Dies tritt aber sofort ein, wenn eine Zelle sich theilt, da jedes der Theilproducte dann seinen eigenen Stoffwechsel erhält und damit auch die Möglichkeit gewinnt, sich fortan unabhängig und eigenartig fortzuentwickeln.

Die Richtigkeit dieser Auffassung wird auf das Schlagendste bewiesen, wenn wir das Verhalten der Zellen, da wo sie als selbständige Organismen auftreten, betrachten. Vielkernige Protisten nehmen keine höhere Entwicklungsstufe ein als einkernige und stimmen mit diesen in der histologischen Differenzirung ihres Weichkörpers vollständig überein. Contractile Vacuolen, Trichocysten und Muskelstreifen finden sich in gleicher Vollkommenheit bei einkernigen Infusorien, wie bei

vielkernigen; bei den Radiolarien sind die histologischen Differenzirungen, die Gallerte, die Kapselmembran, das Skelet, die contractilen Fäden der Acanthometriden, ebensowohl bei einkernigen Thieren vorhanden, als bei vielkernigen.

Eine höhere Organisation wird überall nur da erreicht, wo zahlreiche, von einander durch vollkommene Theilung getrennte Zellen vorliegen; nur solche Zellcomplexe, in welchen die einzelnen Individuen von einander unabhängig sind und sich nach verschiedenen Richtungen hin differenziren können, liefern das Substrat für eine ächte Gewebebildung, wie sie den höheren Thieren eigen ist. Man kann daher sagen, dass schon im Furchungsprocess — d. h. in der Form der Theilung, bei welcher die Zellen zwar vollkommen von einander getrennt werden, aber zur Bildung eines complicirteren Organismus bei einander verbleiben —, der tiefgreifende Unterschied gegeben ist, welcher zwischen den Thieren und Protisten oder, wenn man will, zwischen den Metazoen und Protozoen besteht und der in seiner vollen Tragweite erst von Haeckel gewürdigt worden ist.

Die hervorgehobenen Momente scheinen mir genügend die oben aufgestellte Ansicht zu beweisen, dass man einen Protoplasmahaufen mit vielen Kernen mit mehr Recht für eine einzige Zelle als für ein Multiplum verschmolzener Zellen, ein Syncytium, erklärt. Von diesem Standpunkt aus betrachte ich in gleicher Weise, wie es schon vor Jahrzehnten vollkommen richtig Th. v. Siebold mit den Protisten im Allgemeinen gemacht hat, die sämmtlichen Radiolarien mit Einschluss der Sphaerozoiden, Acanthometriden und Nächstverwandten als einzellige Organismen.

II. Das System der Radiolarien und ihre Stellung zu den übrigen Rhizopoden.

1. Das System der Radiolarien.

Bei den von früheren Forschern, von Ehrenberg, Joh. Müller und E. Haeckel gemachten Versuchen, die Radiolarien systematisch anzuordnen, ist das Skelet entweder ausschliesslich oder doch vorwiegend als Grundlage benutzt worden; es kam dies daher, dass Ehrenberg den Weichkörper gar nicht kannte, Joh. Müller und E. Haeckel dagegen ihn für gleichförmiger gebaut hielten, als es thatsächlich der Fall ist. Durch die sich über alle Radiolarienfamilien ausdehnenden Untersuchungen des analytischen Theiles sind nun einige wichtige Unterschiede in der Beschaffenheit des Kerns und der Kapselmembran nachgewiesen worden, welche zum Theil wenigstens zweifellos von grösserer Bedeutung sind, als die Verschiedenheiten des Skelets, und welche daher bei der Bildung des Systems in erster Linie berücksichtigt werden müssen.

Da ich hier von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehe, als meine Vorgänger, so ist es verständlich, dass ich auch in Bezug auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der Radiolarien zu nicht unwesentlich abweichenden Auffassungen gelangt bin; bei der Darstellung derselben kann ich mich kurz fassen, da das System, welches ich hier vorschlagen werde, sich, ich kann wohl sagen, mit Nothwendigkeit aus dem im analytischen Theile enthaltenen Beobachtungsmaterial ergiebt und keines eingehenden Commentars bedarf.

Die Classe der Radiolarien theile ich in sechs Ordnungen ein; zwei derselben, die Tripyleen und Monopyleen, sind durch die Structur der Kapselmembran charakterisirt, welche sich in einer jeden Ordnung ebenso sehr durch ihre Constanz auszeichnet, als sie sich von den sonst

auftretenden Kapselstructuren unterscheidet. Bei den Tripyleen existiren drei ansehnliche Oeffnungen zum Durchtritt der intracapsulären Sarkode, bei den Monopyleen ist eine Zahl von kleinen Poren am oralen Pole der Centralkapsel zum sogenannten Porenfeld vereint. Beide Ordnungen besitzen für gewöhnlich nur einen Kern; während aber den Monopyleen ein Skelet von soliden Kieselstücken zukömmt, finden sich bei den Tripyleen typischer Weise Kieselröhren, deren Lumen, wie es scheint, nur ausnahmsweise obliterirt; wegen dieser eigenthümlichen Skeletform sind die Tripyleen von Haeckel als Pansolenier zusammengefasst worden.

Die vier übrigen Ordnungen, die Acanthometreen, Peripyleen, Thalassicolleen und Sphaerozoeen stimmen unter einander zwar in dem Bau der Kapselmembran überein, welche allseitig von kleinen Oeffnungen durchsetzt ist, sind aber in allen anderen Beziehungen so verschieden, dass sie nicht als eine einzige den Monopyleen und Tripyleen gleichwerthige Gruppe angesehen werden können. Die Acanthometreen sind vielkernig, und, was noch wichtiger ist, mit einem Skelet versehen, welches von einer organischen Substanz gebildet wird und aus zwanzig nach Müller's Gesetz gestellten Stacheln besteht. Die Peripyleen sind vielkernige Radiolarien, welche ebenfalls vornehmlich an der Beschaffenheit ihres Skelets zu erkennen sind. Dasselbe ist kieselig und setzt sich aus einer oder mehreren Gitterschalen zusammen, welche ursprünglich wohl überall sphaerisch gewesen sind, bei einem Theil aber mannigfache Umgestaltungen erfahren haben. Man könnte den Namen „Peripyleen", den ich im Gegensatz zu den Tripyleen und Monopyleen wegen der allseitigen Durchbohrung der Kapselmembran gewählt habe, durch den von Haeckel vorgeschlagenen Namen „Sphaerideen" ersetzen, müsste dann sich aber daran erinnern, dass die von Haeckel nicht zu den Sphaerideen gerechneten Disciden, Litheliden und Sponguriden gleichfalls hierher gehören; ich ziehe es daher vor, als Sphaerideen nur eine Unterabtheilung der Peripyleen zu bezeichnen.

Es bleiben uns nunmehr die beiden Ordnungen der Sphaerozoeen und Thalassicolleen übrig, bei welchen das Skelet entweder regellos ist oder ganz fehlt; wenn ich sie von einander trenne, so geschieht es, weil die Thalassicolleen einkernig, die Sphaerozoeen dagegen vielkernig sind, und weil ausserdem die letzteren Colonieen bilden.

Die sechs Ordnungen lassen sich dem Gesagten zufolge in folgender Weise definiren:

1. Thalassicolleen: Monozoe einkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet kieselig, unregelmässig oder fehlend.
2. Sphaerozoeen: Polyzoe (Colonie bildende) vielkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet kieselig, unregelmässig oder fehlend.
3. Peripyleen (Sphaerideen): Monozoe einkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet kieselig, aus Gitterkugeln oder modificirten Gitterkugeln bestehend.
4. Acanthometreen: Monozoe vielkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet nicht kieselig, aus zwanzig nach Müller's Gesetz gestellten Stacheln bestehend.
5. Monopyleen: Monozoe einkernige Radiolarien; Kapselmembran einseitig geöffnet mit einem Porenfeld; Skelet kieselig.
6. Tripyleen: Monozoe einkernige Radiolarien; Kapselmembran doppelt, mit einer Hauptöffnung und zwei Nebenöffnungen; Skelet kieselig, von Röhren gebildet.

Die Thalassicolleen und Sphaerozoeen sind zwei so einförmige Ordnungen, dass es genügt, alle ihre Gattungen in je einer Familie (Colliden und Sphaerozoiden) zusammenzufassen; dagegen müssen in jeder anderen Ordnung verschiedene Familien aufgestellt werden. Die Peripyleen sind am mannigfaltigsten und sondern sich nach der Bildungsweise ihres Skelets in sechs Familien.

Die Ethmosphaeriden haben eine einzige entweder intracapsuläre oder extracapsuläre Gitterkugel und auf derselben meistens radiale Stacheln, welche unter einander durch Kieselfäden (Kieselnetze) zusammenhängen können. Die Ommatiden dagegen haben zwei oder mehr Gitterkugeln, welche durch radiale Stäbe verbunden sind, die sich aber niemals im Centrum des Skelets vereinigen. Bei den Spongosphaeriden sind die Gitterkugeln wie bei den Ommatiden zu zwei oder drei vorhanden, doch ist ihr Gitterwerk zu einem spongiösen Gerüst geworden. — Die drei bisher betrachteten Familien gleichen einander in der regelmässigen Kugelform des Skelets, der Centralkapsel und des Kerns und können unter dem Namen Sphaerideen zu einer besonderen Unterordnung vereint werden. Ihnen stehen die drei übrigen Familien als Dyssphaerideen gegenüber, weil hier die sphaerische Grundgestalt erheblich modificirt ist. Von den zwei überall nachweisbaren Gitterschalen ist bei der ersten Familie, den Dyssphaeriden, die äussere an ein oder mehreren Stellen eingedrückt, wodurch freie durch fortlaufendes Wachsthum sich vergrössernde Schalenränder erzeugt werden. Von den Dyssphaeriden unterscheiden sich die Disciden dadurch, dass der Weichkörper und das Skelet scheibenförmig abgeplattet ist. Die Spongodisciden endlich sind, wie schon ihr Name sagt, Disciden, bei welchen die Gitterplatten der Schale durch ein Reticulum feiner Kieselbälkchen ersetzt sind.

Zu den Acanthometreen gehören drei Familien, die Acanthometriden, Acanthophractiden und Diploconiden. Bei den Acanthometriden finden sich die eigenthümlichen contractilen Apparate der Gallertcilien, welche sonst nirgends vorkommen; das Skelet besteht nur aus Stacheln. Bei den Acanthophractiden tragen die Stacheln Gittertafeln, die sich zur Bildung von einer oder mehreren Gitterkugeln an einander fügen. Bei den Diploconiden sind zwei kegelförmige Skeletlamellen aus der Verschmelzung von je vier Tropenstacheln entstanden.

Ebenfalls in drei Familien zerfällt die Ordnung der Monopyleen, in die Plagiacanthiden mit drei an einem Ende verschmolzenen Skeletstacheln, in die Acanthodesmiden und die Cyrtiden. Die Skelete der Acanthodesmiden sind Kieselringe oder aus solchen durch Anwachsen neuer Theile hervorgegangen; die Skelete der Cyrtiden dagegen sind triradiale, käfigartige Gehäuse, die meistens durch Einschnürungen in zwei oder mehr hinter einander gelegene Kammern getheilt werden; dabei wird die erste Kammer von den folgenden durch eine von 3—4 Kieselstäben gebildete Scheidewand getrennt.

Von den Tripyleen endlich sind zur Zeit nur wenige im Bau von einander sehr abweichende Gattungen bekannt, so dass es nicht gut möglich ist, natürliche Familien aufzustellen; man kann sie einstweilen in die Aulacanthiden und Aulosphaeriden eintheilen; bei ersteren besteht das Skelet aus isolirten unter einander nicht zusammenhängenden Röhren, bei letzteren scheint es zwar auch wie aus einzelnen Röhren zusammengesetzt, doch sind dieselben zu einem einzigen Stück untrennbar verbunden.

In welchen verwandtschaftlichen Beziehungen stehen nun die einzelnen Ordnungen und Familien der Radiolarien zu einander? welche von ihnen gleichen am meisten den hypothetischen Grundformen der ganzen Classe? in welcher Weise haben sich aus diesen Grundformen die jetzt lebenden Arten entwickelt? Diese Fragen lassen sich wegen unserer mangelhaften Kenntnisse von der geologischen Verbreitung der Radiolarien zwar noch nicht mit Bestimmtheit entscheiden; immerhin lässt sich aber auf Grund der Beobachtungen über den Bau der lebenden Repräsentanten schon jetzt eine befriedigende Vorstellung gewinnen.

Die Ausgangsformen der Radiolarien müssen skeletlos gewesen sein; dies

wird durch zwei Momente bewiesen, erstens dadurch, dass es immer noch skeletlose Arten giebt, und zweitens dadurch, dass sich die Skelete nicht auf einen gemeinsamen Typus zurückführen lassen. Die Urradiolarien müssen ferner nur einen einzigen Kern besessen haben, da dies bei der Mehrzahl auch jetzt noch der Fall ist und viele Kerne gewöhnlich nur zur Zeit der Fortpflanzung beobachtet werden. Endlich muss ihre Grundform kugelig, ihre Centralkapselmembran demgemäss allseitig von Porencanälen durchbohrt gewesen sein. Diese beiden letzteren Punkte sind schon oben eingehender begründet worden, so dass ich hier auf das früher Gesagte verweisen kann.

In allen diesen Beziehungen gleichen den Grundformen der Radiolarien am meisten die jungen Thiere von Thalassolampe primordialis, bei welchen die intracapsulären Vacuolen noch fehlen, oder auch junge Collozoen, so lange ihr Körper nur von einer einzigen, einkernigen Centralkapsel gebildet wird. Beides sind Organismen mit einer kugeligen Centralkapsel und einem kugeligen Kern, allseitig umhüllt von Gallerte und einem Wald strahlig angeordneter Pseudopodien.

Schon frühzeitig hat sich jedenfalls eine Spaltung in die sechs oben genannten Ordnungen vollzogen. Die Thalassicolleen haben eine selbständige Entwicklungsrichtung in Folge der hohen Ausbildung ihres Weichkörper's eingeschlagen; dieselbe äusserte sich darin, dass im Protoplasma die extracapsulären und intracapsulären Alveolen auftraten und der Kern zu einem Körper von ungewöhnlichen Dimensionen heranwuchs.

Den Thalassicolleen sind am nächsten verwandt die Sphaerozoeen und Tripyleen, da bei beiden Gruppen die Gallerte auffallend mächtig ist, die extracapsulären Vacuolen vorkommen, und da bei den Tripyleen ausserdem noch der Kern und die intracapsulären Vacuolen an die Thalassicolleen erinnern. Von den gemeinsamen Stammformen der drei Ordnungen haben sich die Sphaerozoeen und Tripyleen abgezweigt, erstere, indem sie zu vielkernigen Organismen wurden und indem ihre Centralkapseln bei der Theilung zu Colonieen vereint blieben, letztere, indem von den zahlreichen Poren der Kapselmembran im Ganzen nur drei fort bestanden, welche sich zu der Hauptöffnung und den Nebenöffnungen erweiterten. Ursprünglich jedenfalls nackt, haben die Tripyleen ein ihnen eigenthümliches Skelet entwickelt durch die Ausscheidung von Kieselröhren, die sich entweder getrennt erhalten haben (Aulacanthiden) oder unter einander zu Gitterkugeln verschmolzen sind (Aulosphaeriden).

Unter den drei übrigen Ordnungen sind die Peripyleen Organismen, bei welchen der Bau der Radiolarien, wenn ich so sagen darf, die am meisten typische Fortbildung erfahren hat; denn zu dem kugeligen Weichkörper gesellt sich hier ein in seiner Grundform kugeliges Skelet. Als die ursprünglichsten Arten unter den Peripyleen betrachte ich mit Haeckel die Heliosphaeren mit ihren zarten von hexagonalen Maschen zusammengesetzten Gitterkugeln, zu denen vielfach noch radiale Stacheln hinzutreten. Aus ihnen entstanden einerseits durch eine Art von Verästelung der Stacheln die Cladococcen, andernseits durch eine im Anschluss an die Stacheln erfolgende Ausbildung von Kieselnetzen die Arachnosphaeren und Diplosphaeren. Eine Vermehrung der Gitterkugeln führte von den Heliosphaeren zu den Ommatiden, unter denen die Gattung Haliomma wiederum den gemeinsamen Ausgangspunkt für eine ganze Anzahl von Familien abgiebt. Von den Haliommen leiten sich erstens die Spongosphaeriden ab, deren Gitterkugeln eine spongiöse Textur angenommen und sich ausserdem mit unregelmässigen Kieselnetzen umhüllt haben; aus den Haliommen sind zweitens die Dyssphaeriden hervorgegangen, unter denen die Gattung Echinosphaera nach drei Richtungen hin verwandtschaftliche Beziehungen erkennen lässt; sie schliesst

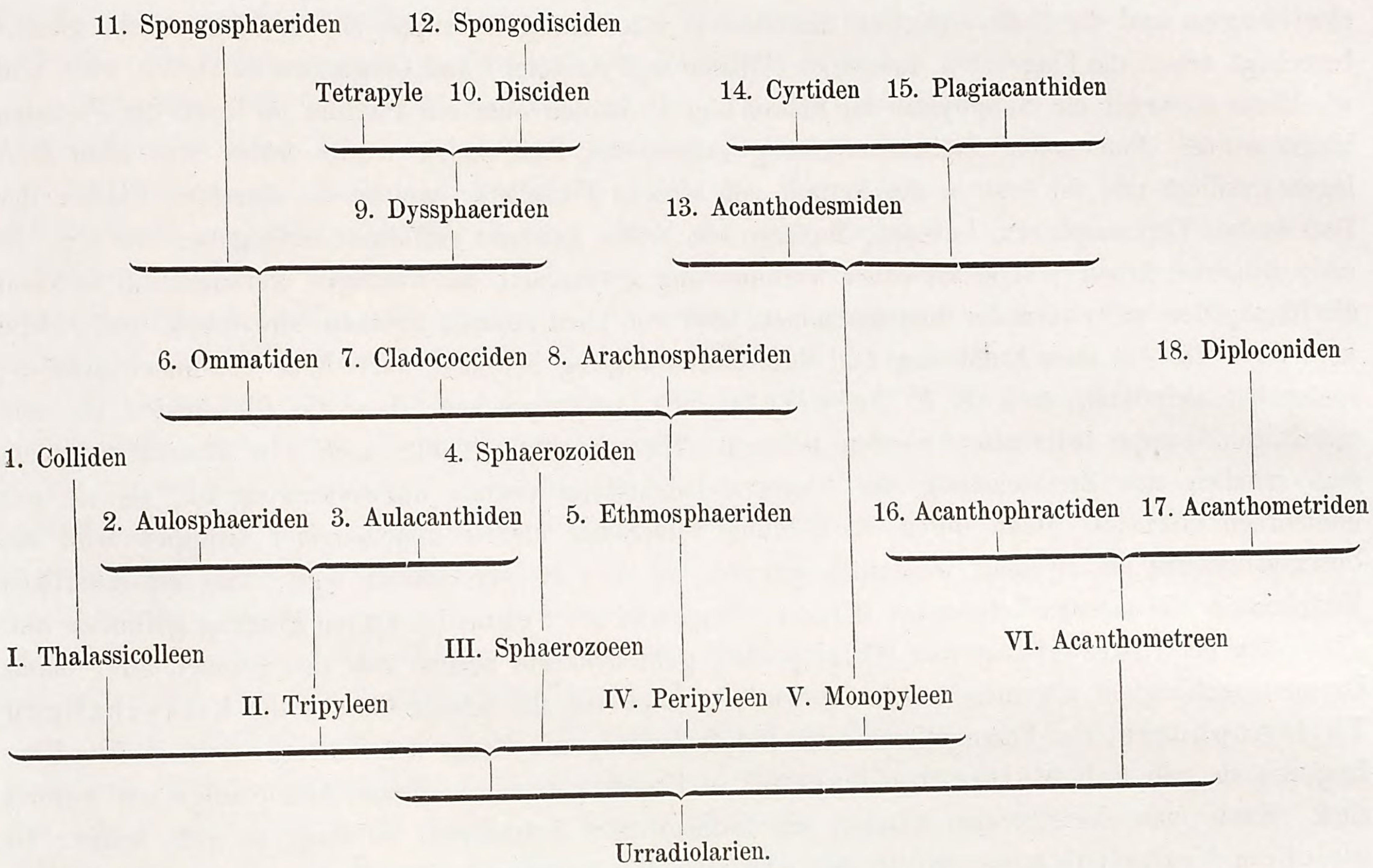
sich an die Haliommen an und schlägt die Brücke einerseits zu den Tetrapylen und andernseits zu den Lithelien. Die Lithelien wiederum sind die Vorläufer der Disciden und Spongodisciden, zweier Familien, welche sich genetisch zu einander verhalten, wie die Ommatiden und Spongosphaeriden.

Die Radiolarien der fünften Ordnung, die Monopyleen, müssen zur Zeit, als sie sich zu einer besonderen Abtheilung gestalteten, skeletlos gewesen sein und etwa eine Organisation besessen haben, wie sie das im Anhang zu den Cyrtiden beschriebene Cystidium inerme, vorausgesetzt dass dasselbe nicht eine Entwicklungsform ist, uns noch jetzt vor Augen führt. Von jungen Individuen der Thalassolampe primordialis unterschieden sie sich dann nur durch die Beschränkung der Kapselporen auf das Porenfeld. Bei dieser Auffassung stütze ich mich vornehmlich auf die Beobachtung, dass die Skelete der Monopyleen mindestens nach zwei durchaus verschiedenen und nicht auf einander reducirbaren Typen gebaut sind, wodurch mir bewiesen zu werden scheint, dass sie unabhängig von einander und später als die charakteristische Kapselstructur entstanden sind. Ich halte es daher auch für unmöglich, die Skelete irgend einer Monopyleengruppe aus den Gitterkugeln der Peripyleen abzuleiten, wie dies Haeckel für die Gehäuse der Cyrtiden versucht hat.

In Folge der Anlage eines Skelets haben sich die Monopyleen in drei Zweige gespalten, in die Acanthodesmiden, die Plagiacanthiden und die Cyrtiden. Die Acanthodesmiden begannen mit Lithocircusartigen Formen und entwickelten sich weiter vermöge einer Vermehrung der ringförmigen Kieselspangen zu den Acanthodesmien und vermöge einer Uebergitterung des primären Kieselrings zu den Zygocyrtiden. Die Plagiacanthiden und Cyrtiden hingen, ehe sie sich von einander trennten, wahrscheinlich an der Wurzel eine Strecke weit mit einander zusammen, da beide triradiale Skeletformen besitzen. Unter den Cyrtiden sind die Monocyrtiden die ursprünglichsten, die Stichocyrtiden dagegen die Endglieder der Reihe; die genetischen Beziehungen lassen sich hier sogar für die einzelnen Gattungen noch nachweisen, wie wir dies schon früher gesehen haben.

Die Acanthometreen endlich haben sich wahrscheinlich am frühzeitigsten von dem gemeinsamen Stamm der Radiolarien abgelöst; ihre ältesten Vertreter glichen jedenfalls den Arten der Gattung Acanthometra und sind die directen Vorfahren der übrigen Acanthometriden und der Acanthophractiden, während die Diploconiden erst spät aus den Acanthometriden und zwar aus den Amphilonchen ihren Ursprung genommen haben. Ob die contractilen Fäden von Anfang an vorhanden gewesen und bei den Acanthophractiden verloren gegangen sind, oder ob sie bei diesen stets gefehlt und sich erst später bei den Acanthometriden ausgebildet haben, lässt sich nicht entscheiden.

Zum Schluss füge ich noch einen Stammbaum der Radiolarien bei, der am übersichtlichsten die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Gruppen, wie sie sich aus den hier angestellten Betrachtungen ergeben, zu erläutern vermag.



2. Das System der Rhizopoden.

Mit dieser Arbeit über die Radiolarien sind eine Anzahl Untersuchungen, welche ich im Laufe der letzten Jahre über den Bau der Rhizopoden angestellt habe, zu einem vorläufigen Abschluss gelangt; es mag daher hier am Platze sein, meine während der Beobachtung gewonnenen Anschauungen über die Art, in welcher man am natürlichsten und zugleich am zweckmässigsten die Rhizopoden systematisch anordnet, im Zusammenhang zu erläutern und zu begründen.

Die Systematik der Rhizopoden ist von jeher ein Gebiet gewesen, auf welchem die Ansichten der Forscher in den wichtigsten Punkten auseinander gingen. In früheren Zeiten war dies vorwiegend durch die ungenügende Erkenntniss der Organisation und die Unbekanntschaft mit zahlreichen erst in den letzten Decennien entdeckten Formen begründet; in der Neuzeit dagegen, wo wohl kaum noch erheblichere Meinungsverschiedenheiten bei der morphologischen Beurtheilung der Rhizopoden geltend gemacht werden können, ist eine Einigung vorwiegend dadurch verhindert worden, dass über die Bedeutsamkeit der systematisch verwerthbaren Charaktere keine Uebereinstimmung existirt. Bei Organismen von so einfachem Bau fehlt es an Kriterien, um zu entscheiden, welche Merkmale von grösserer Constanz sind und welche umgekehrt am meisten variiren oder mehrfach entstanden sein können, so dass dem Ermessen des einzelnen Forschers ein weiterer Spielraum als bei der Eintheilung der höher organisirten Thiere gelassen ist.

Wenn ich hier selbst anerkenne, dass die persönliche Anschauungsweise immer eine grosse Rolle in den Rhizopodensystemen spielen wird, so glaube ich doch, dass ein Punkt zur allgemeinen Anerkennung gelangen sollte; es ist dies die Zusammengehörigkeit aller Rhizopodenab-

theilungen und die Nothwendigkeit, dieselben in einer einzigen Gruppe zu vereinen, welche gleichberechtigt neben die Flagellaten, Infusorien (Ciliaten und Acineten) und Gregarinen zu stellen wäre und wie diese entweder ein Subphylum im Stamm der Protozoen oder ein Phylum im Reich der Protisten bilden würde. Eine solche Zusammenfassung sämmtlicher Rhizopoden wurde früher von allen Zoologen gebilligt und ist erst in der Neuzeit von einigen Forschern, welche die einzelnen Classen der Radiolarien, Thalamophoren, Lobosen, Moneren etc. völlig getrennt aufführen, aufgegeben worden. In einer früheren Arbeit[1]) habe ich daher Veranlassung genommen, die wichtigen Merkmale, in welchen die Rhizopoden unter einander übereinstimmen, aber von allen anderen Protisten abweichen, und welche vor Allem die Art ihrer Ernährung und ihrer Fortbewegung betreffen, auf's Neue zusammenzustellen; später hat sich dann auch F. E. Schulze[2]) dafür ausgesprochen, dass die Rhizopoden als eine einheitliche Gruppe beibehalten werden müssen. Hier möchte ich nur noch ein Moment betonen, dass nämlich eine Zerstückelung der Rhizopodenabtheilung ebenso unzweckmässig ist, als sie mir unnatürlich erscheint. Denn durch die Bildung zahlreicher kleiner unabhängiger Gruppen wird die Uebersichtlichkeit des Systems wesentlich getrübt, so dass es verständlich wird, dass ein derartiges Verfahren in die meisten Lehrbücher (Claus, Gegenbaur, Schmidt) keinen Eingang gefunden hat.

Bei der Eintheilung der Rhizopoden geht man am besten von den Formen aus, deren Zusammengehörigkeit allgemein anerkannt wird; es sind dies die beiden Classen der kalkschaligen Thalamophoren, der Foraminiferen oder Polythalamien, und ferner der Radiolarien in dem Umfang wie sie von Joh. Müller, von Haeckel und auch von mir in dieser Arbeit aufgefasst worden sind. Kann man diese beiden Classen als festbegründet betrachten, so fragt es sich weiter, in welchem Verhältniss zu ihnen die übrigen Rhizopoden, die Heliozoen, die chitinschaligen Thalamophoren, die Amoebinen und Moneren stehen. Auch diese Frage vereinfacht sich wesentlich, da bei den Heliozoen nur die Beziehungen zu den Radiolarien, bei den drei anderen Abtheilungen nur die Beziehungen zu den kalkschaligen Thalamophoren strittig sein können.

Die Heliozoen haben mit den Radiolarien die sphaerische Grundform und die strahlig angeordneten spitzen und häufig von Axenfäden gestützten Pseudopodien gemein, dagegen unterscheiden sie sich anatomisch durch den Mangel der Kapselmembran und der Gallertumhüllung und entwicklungsgeschichtlich dadurch, dass ihr Körper bei der Fortpflanzung niemals in zahlreiche kleine Schwärmsporen zerfällt. Da die zuletzt hervorgehobenen drei Merkmale durch die gesammte Classe der Radiolarien hindurch verfolgt werden können, so ergiebt sich hieraus, dass die Heliozoen nicht ohne Weiteres in die Classe aufgenommen und den sechs Ordnungen derselben als eine siebente angeschlossen werden können, sondern dass sie als eine Gruppe angesehen werden müssen, die mit den Radiolarien zwar verwandt ist, sich aber sehr früh von ihnen abgezweigt hat. In meiner früheren Arbeit[3]) habe ich daher zwei Verfahren als gleichberechtigt bezeichnet; entweder man führt, wie dies Haeckel, Claus und ich selbst thuen, Radiolarien und Heliozoen als zwei besondere Rhizopodenclassen auf, oder man behandelt sie als zwei Ordnungen einer gemeinsamen Classe; für diese kann man dann den Namen Radiolarien anwenden und die Radiolarien s. str. als Cytophora

1) R. Hertwig und E. Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Einleitung. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. X. Suppl.

2) F. E. Schulze, Rhizopodenstudien VI, 2. Hypothetischer Stammbaum der Rhizopoden. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. XIII, S. 21.

3) R. Hertwig, Zur Histologie der Radiolarien. S. 82. Leipzig 1876.

den Heliozoen gegenüberstellen. Dagegen ist es unstatthaft, nach dem Vorgang von Greeff und Selenka, die Heliozoen ganz in die Classe der Radiolarien aufgehen zu lassen.

Grösseren Schwierigkeiten begegnen wir bei der Entscheidung der Verwandtschaft der kalkschaligen Thalamophoren mit den Rhizopoden, welche nach Ausschluss der Heliozoen und Radiolarien übrig bleiben. Wenn wir zunächst die Moneren unberücksichtigt lassen, so gehören hierher 1. Organismen mit einer chitinigen, sack- oder flaschenförmigen, einkammerigen Schale, derentwegen wir sie kurz Monothalamien nennen können; dieselben besitzen entweder spitze verästelte oder stumpfe unverästelte Pseudopodien; 2. gehören hierher Formen mit unregelmässigen Hüllen von wechselnder Gestalt und Structur, die Lepamoeben; 3. schalenlose Formen, die Gymnamoeben. Claus[1]) vereinigt alle diese Rhizopoden mit den kalkschaligen Thalamophoren unter dem Namen Foraminiferen; Haeckel[2]) und Schulze dagegen verfahren in dieser Weise nur mit den durch spitze Fortsätze ausgezeichneten Monothalamien, während sie aus dem Rest (den Monothalamien mit stumpfen Pseudopodien, den Lepamoeben und Gymnamoeben) in Uebereinstimmung mit Carpenter[3]) die Gruppe der Lobosen bilden. Wie Carpenter, theilen sie somit die Rhizopoden, abgesehen von den Radiolarien und Heliozoen, nach der Beschaffenheit der Pseudopodien ein, welche das eine Mal vorwiegend spitz, verästelt und anastomisirend (reticulärer Typus), das andere Mal stumpf und unverästelt (lappiger Typus) sein sollen.

Beiden Eintheilungsweisen kann ich nicht beistimmen. Will man die Classe der Foraminiferen ausdehnen, wie es Claus thut, so muss man die Definition für dieselbe entweder so weit fassen, dass sie auf alle Rhizopoden passt, oder man muss, wenn man sie praeciser formulirt, darauf verzichten, dass sie für alle Formen der Classe Geltung hat. So würden streng genommen bei der von Claus gegebenen Definition alle schalenlosen Amoebinen nicht mit inbegriffen sein.

Durch die von Haeckel und Schulze vertretene Eintheilung wird nun eine allerdings nothwendige Trennung der in Frage kommenden Rhizopoden in zwei Gruppen durchgeführt, allein wie ich glaube, am unrichtigen Ort. Die Einwände, welche ich den beiden Forschern zu machen habe, wenden sich in erster Linie gegen das ganze Eintheilungsprincip. Wenn auch im Grossen und Ganzen ein Unterschied zwischen den stumpfen und lappenförmigen Pseudopodien der Lobosen und den spitzen und fadenförmigen Pseudopodien der Reticularien existirt, so ist derselbe doch nicht so scharf ausgeprägt, dass er bei der systematischen Anordnung der Rhizopoden in erster Linie Berücksichtigung verdiente; vielmehr gehen beide Pseudopodienarten so allmählig in einander über, dass manche Reticularien und Lobosen in dieser Hinsicht einander näher stehen als den extremsten Formen ihrer Abtheilung. Um dies gleich an einem bestimmten Beispiel zu illustriren, so weichen die kleinen, spärlichen, kaum verästelten und niemals anastomosirenden homogenen Fäden einer Trinema oder selbst einer Euglypha von dem unendlich verwickelten, weit ausgebreiteten, von Körnchen durchströmten Protoplasmanetze einer Gromie viel mehr ab, als von den ebenfalls spitzen homogenen und einzig und allein etwas dickeren Pseudopodien eines Cochliopodium. Diese hinwiederum sind Etwas ganz anderes als die breiten Sarkodeströme, mit denen sich viele Amoeben fortbewegen und die nicht einmal als Pseudopodien bezeichnet werden können, da sie nicht gesonderte Fortsätze der Körpermasse sind, sondern die fliessende Körpermasse selbst. Ich sehe daher nicht ein, wesshalb man wegen

1) C. Claus, Grundzüge der Zoologie. IV^te Auflage. Marburg 1879.
2) E. Haeckel, Das Protistenreich. Eine populäre Uebersicht über das Formengebiet der niedersten Lebewesen. Mit einem wissenschaftlichen Anhange. Das System der Protisten. Leipzig 1878.
3) W. Carpenter, Introduction to the Study of the Foraminifera. Ray Society. London 1862.

der Pseudopodienformen die Cochliopodien mit den Amoeben zu den Lobosen, die Trinemen dagegen mit den Gromien etc. zu den Reticularien rechnet.

Ein weiterer Einwand ist gegen die Consequenzen des in Rede stehenden Eintheilungsprincips gerichtet. Bei rücksichtsloser Durchführung desselben müssten die Monothalamien mit spitzen, aber niemals anastomosirenden Pseudopodien, welche auf den Namen Reticularien somit gar kein Anrecht haben, die Euglyphen, Plagiophryen, Trinemen etc. den Heliozoen angereiht werden, wie dies Claparède, Lachmann und Carpenter früher auch gethan haben. Dieser offenbar vollständig unnatürlichen Eintheilungsweise sind Haeckel und Schulze allerdings nicht beigetreten, dagegen trennen sie wie die genannten Forscher die Arcellen, Difflugien etc. von den übrigen Monothalamien und stellen sie zu den Amoeben und Amphizonellen, ein Verfahren, das ich ebenfalls nicht für naturgemäss halten kann, weil die Monothalamia Lobosa und M. Reticularia im Bau der Schale und des Weichkörpers mit alleiniger Ausnahme der Pseudopodien in jeder Beziehung einander gleichen. Beide Gruppen besitzen eine flaschenförmige oder sackförmige Schale, die meistentheils an einem Ende geschlossen ist und am anderen Ende eine Oeffnung trägt und deren Wandungen aus Chitin bestehen und entweder glatt oder getäfelt oder mit Fremdkörpern incrustirt sind; bei beiden Gruppen sondert sich der Weichkörper gewöhnlich in ein trübkörniges und ein homogenes Protoplasma, wobei das eine dem vorderen, das andere dem hinteren Schalenabschnitt angehört, das eine die aufgenommene Nahrung, das andere den Kern umschliesst; bei beiden können contractile Vacuolen vorhanden sein oder auch fehlen. Kurz, die Uebereinstimmung geht so weit, dass für den Fall, dass keine Pseudopodien ausgesandt sind und die Form derselben unbekannt wäre, man nicht im Stande sein würde, viele Reticularien und Lobosen generisch zu unterscheiden. Wenn wir z. B. die Difflugien und Pleurophryen und ebenso die Hyalosphenien und Plagiophryen nicht zu einem Genus vereinen, wenn wir ferner die Quadrulen nicht mit den Euglyphen und Trinemen zusammen in dieselbe Familie bringen, so geschieht es allein mit Rücksicht auf ihre Pseudopodien. Soll man nun alle die hier hervorgehobenen übereinstimmenden Merkmale bei der Systematik einem einzigen Charakter zu Liebe vernachlässigen? Würde man dann nicht die systematische Bedeutung dieses Merkmals weit überschätzen?

Hierzu kömmt noch ein praktischer Gesichtspunkt, welcher gegen die Trennung der Monothalamien in zwei Abtheilungen spricht. Die Eintheilung nach den Formen der Pseudopodien lässt sich auf alle Arten, die wir nur nach den Schalen kennen, also namentlich auf alle fossilen Arten, nicht anwenden, da gleiche Schalen bei den Reticularien und Lobosen vorkommen können. Hier lässt uns somit das Eintheilungsprincip im Stiche und erweist sich als unzweckmässig. Nach meiner Ansicht aber verdienen Zweckmässigkeitsgründe bei der Systematik der Rhizopoden um so mehr Beachtung, je problematischer es ist, dass man hier, sei es in der einen oder der anderen Weise ein natürliches System erreicht.

Durch alle diese Gründe werde ich bestimmt, die Monothalamien in der Weise, wie es M. Schultze[1]) zuerst befürwortet hat, ohne Rücksicht auf die Pseudopodien in einer einzigen Gruppe zu belassen. Dieselbe muss zweifellos in der Classe der Thalamophoren, deren Umfang ich in einer früheren Arbeit[2]) näher festzustellen versucht habe, ihr Unterkommen finden. Man kann sie den Fami-

1) M. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien, nebst Bemerkungen über die Rhizopoden im Allgemeinen. Leipzig 1854.

2) R. Hertwig, Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen. Jenaische Zeitschrift Bd. X, S. 41.

lien derselben direct einverleiben, wie ich es früher gethan habe, und sie dann als einen Theil der Imperforaten betrachten; man kann sie aber auch wegen ihrer häutigen Schale als eine besondere Gruppe neben den kalkschaligen Formen aufführen. Es würden dann die Thalamophoren zunächst in zwei Abtheilungen zerfallen: 1. die chitinschaligen oder Monothalamien, 2. die kalkschaligen, die man Polythalamien nennen kann, da unter ihnen nur einige wenige Formen einkammerig sind.

Die wichtigsten und in ihrer Erscheinung am meisten bestimmten Formen der Rhizopoden wären so in drei resp. zwei Hauptclassen untergebracht, die Heliozoen, Radiolarien und Thalamophoren; es bleiben dabei noch zahlreiche Arten übrig, welche jenen Classen nicht zugezählt werden können und daher noch besonders besprochen werden müssen. Zum Theil sind es Organismen von sehr charakteristischem Bau, wie die Sticholonche, welche aber isolirt dastehen und als aberrante Typen anzusehen sind, wie sie ja auch in höher organisirten Stämmen angetroffen werden. Zum anderen Theil aber sind es Organismen, die so wenig Specifisches besitzen, dass bei manchen ihre Artberechtigung in Zweifel gezogen werden kann; hierher gehören die zahlreichen Amoeben. Da die verwandtschaftlichen Beziehungen aller dieser Rhizopoden sich nun doch einmal unserem Urtheil entziehen, bilde ich aus ihnen zwei künstliche Gruppen, die kernhaltigen Amoeben und die kernlosen Moneren, und unterscheide in einer jeden derselben schalenlose (Gymnamoeben, Gymnomoneren) und beschalte (Lepamoeben, Lepomoneren) Formen.

Um das System der Rhizopoden, welches ich hier vorgeschlagen habe, zu veranschaulichen, gebe ich von ihm auf der folgenden Seite noch eine tabellarische Uebersicht; zu derselben habe ich zu bemerken, dass an zwei Stellen Modificationen angebracht werden können, 1. bei der Anordnung der Heliozoen und Radiolarien und 2. bei der Eintheilung der Thalamophoren. Ich habe daher der Haupttabelle noch zwei Ergänzungstabellen hinzugefügt, welche diese Modificationen enthalten.

Rhizopoda.

Einzellige Organismen, welche sich mit wechselnden Fortsätzen ihrer protoplasmatischen Leibessubstanz (Pseudopodien oder Scheinfüsschen) fortbewegen und ernähern.

I. Moneres.

Rhizopoden ohne Kern, von unbestimmter wechselnder Form.

1. *Gymnomoneres.* Moneren ohne Skelet.
2. *Lepomoneres.* Moneren mit Skelet.

II. Amoebina.

Rhizopoden mit einem oder mehreren Kernen, von unbestimmter wechselnder Form, skeletlos oder mit einem unregelmässigen Skelet.

1. *Gymnamoebae.* Amoebinen ohne Skelet.
2. *Lepamoebae.* Amoebinen mit Skelet.

III. Thalamophora.

Rhizopoden mit einem oder mehreren Kernen und einer chitinösen, der Anlage nach monaxonen Schale, welche meist verkalkt und stets 1—2 Oeffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien besitzt.

1. *Monothalamia.* Schale einkammerig, nicht verkalkt.
 a. Amphistomata. Schale an beiden Polen geöffnet.
 b. Monostomata. Schale am einen (oralen) Pole geöffnet, am anderen (aboralen) Pole geschlossen.
2. *Polythalamia.* Schale verkalkt, mit einer Oeffnung am oralen Pole, meist aus vielen Kammern bestehend, welche in einer geraden oder einer (spiralig oder unregelmässig) gekrümmten Reihe hinter einander liegen.
 a. Imperforata. Schalenwand solid.
 b. Perforata s. Foraminifera. Schalenwand von zahllosen kleinen Porencanälen durchsetzt.

IV. Heliozoa.

Rhizopoden von kugeliger Gestalt, mit einem oder mehreren Kernen, mit strahlenartig von allen Punkten der Körperoberfläche entspringenden spitzen und fadenförmigen Pseudopodien.

1. *Aphrothoraca* s. *Actinophryidae.* Heliozoen ohne Skelet.
2. *Chalarothoraca* s. *Acanthocystidae.* Heliozoen mit einem Skelet, welches aus getrennten Stücken besteht.
3. *Desmothoraca* s. *Clathrulinidae.* Heliozoen mit einer Gitterkugel.

V. Radiolaria.

Rhizopoden von kugeliger Gestalt, mit einem oder mehreren Kernen, welche mit einem Theil der Sarkode vereint und von einer Membran umschlossen die Centralkapsel bilden; mit einer Gallerthülle und mit strahlenartig von der Körperoberfläche entspringenden spitzen, fadenförmigen Pseudopodien.

1. *Thalassicolleen.*
2. *Sphaerozoeen.*
3. *Tripyleen.*
4. *Peripyleen.*
5. *Monopyleen.*
6. *Acanthometreen.*

Ergänzungstabelle 1.

III. Thalamophora.

1. *Imperforata.* Thalamophoren mit einer ein- oder vielkammerigen, chitinösen oder verkalkten Schale, die 1—2 Oeffnungen, aber keine Porencanäle besitzt.
 a. Amphistomata.
 b. Monostomata.
2. *Perforata* s. *Foraminifera.* Thalamophoren mit einer meist vielkammerigen verkalkten Schale, welche ausser der in Einzahl vorhandenen Oeffnung zahlreiche Porencanäle besitzt.

Ergänzungstabelle 2.

IV. Radiolaria.

Rhizopoden von kugeliger Gestalt, mit einem oder mehreren Kernen, mit strahlenartig von der Körperoberfläche entspringenden spitzen, fadenförmigen Pseudopodien.

1. *Heliozoa.* Radiolarien ohne Centralkapsel.
2. *Cytophora.* Radiolarien mit Centralkapsel.

Erklärung der Abbildungen.

Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen:

a Hauptöffnung in der Centralkapsel der Tripyleen.
b Nebenöffnungen in der Centralkapsel der Tripyleen.
c Concretionen.
d Markschale der Dyssphaeriden.
e die vier Oeffnungen in der Rindenschale der Tetrapylen.
e' die vier Oeffnungen zweiter Ordnung.
f contractile Fäden (Gallertcilien) der Acanthometriden.
g gelbe Pigmentzellen der Acanthometriden.
h die überhängenden Dächer in der Rindenschale der Tetrapylen.
k Pseudopodienkegel der Monopyleen.
m Kapselmembran.
n Kern (Binnenbläschen).
o Oelkugeln.
p Porenfeld der Monopyleen.
q Markschale der Sphaerideen.
r Rindenschale der Sphaerideen.
s Stützfäden in der Gallerte der Acanthometriden.
v intracapsuläre Vacuolen.

Die Angaben über Vergrösserungen beziehen sich auf Zeiss'sche Systeme.

Tafel I.

Acanthometreen.

Fig. 1. Acanthochiasma rubescens. Gallerte von der Fläche betrachtet; im Umkreis der in der Mitte der Figur gelegenen Stachelspitze verlaufen die feinen, eine polygonale Figur zusammensetzenden Stützfasern der Gallerte; ferner ist das Protoplasmanetz der Gallertoberfläche sichtbar und die durch die Stützfasern hindurchtretenden Pseudopodien. D. Oc. 1.

Fig. 2. Acanthometra elastica im lebenden Zustand mit ausgebreiteten Pseudopodien und contractilen Fäden; zwei der Stacheln übertreffen die übrigen an Grösse, was jedoch nicht immer der Fall ist. D. Oc. 1. Fig. 2 a. Ein Stück der Centralkapsel bei stärkerer Vergrösserung, um zu zeigen, wie die Axenfäden der Pseudopodien in die Centralkapsel eindringen. An einem Stachel die contractilen Fäden im ausgedehnten Zustand, am anderen contrahirt. J. Oc. 1. Fig. 2 b. Gelbe Körper nach Carminosmiumbehandlung mit deutlichem Kern. J. Oc. 2.

Fig. 3. Amphilonche belonoides. Gelbe Körper mit Kern. Osmiumcarminpräparat. J. Oc. 2.

Fig. 4. Contractile Fäden von Acanthometra serrata im ausgedehnten und contrahirten Zustand. F. Oc. 1.

Fig. 5. Centralkapsel von Acanthometra Claparedei nach Osmiumcarminbehandlung mit zahlreichen Kernen, von denen ein jeder ein nucleolusartiges Korn enthält. Fig. 5 a. Gelbe Pigmentzellen und Entwicklungsformen derselben. J. Oc. 2.

Fig. 6. Dorataspis crucifera nach Carminosmiumbehandlung mit gelben Körpern und Kernen. D. Oc. 2.

Fig. 7. Acanthometra serrata mit ausgestreckten contractilen Fäden und Pseudopodien; erstere an einzelnen Stellen in Contraction begriffen. D. Oc. 2.

Fig. 8. Gelbe Pigmentzellen von Acanthostaurus purpurascens nach Osmiumcarminbehandlung. J. Oc. 2.

Fig. 9. Junger einkerniger Acanthostaurus purpurascens nach Carminosmiumbehandlung. C. Oc. 1.

Fig. 10. Acanthometra Claparedei. Uebergang vom einkernigen in den vielkernigen Zustand. Ausser kleinen Kernen mit einfachem nucleolusartigen Korn vier grosse wurstförmige Kerne mit zahlreichen solchen Körnern. Osmiumcarminpräparat. J. Oc. 2.

Tafel II.

Acanthometreen.

Fig. 1. Junger Acanthostaurus mit einem Kern. Osmiumpräparat. J. Oc. 1 etwas verkleinert.

Fig. 2. Kerne einkerniger Acanthometriden, nach Osmiumcarminbehandlung. a. einer Acanthometra cuspidata J. Oc. 2; b. einer grösseren Xiphacantha serrata J. Oc. 2; c. einer jungen Amphilonche belonoides J. Oc. 1.

Fig. 3. Diploconus fasces nach Osmiumcarminbehandlung; Skelet durch Salzsäure gelöst; die Hauptstacheln sind zur Orientirung eingezeichnet. Man sieht in der Centralkapsel vier durch die Tropenstacheln wahrscheinlich bedingte Schlitze und ferner zahlreiche Kerne. F. Oc. 1.

Fig. 4. Xiphacantha serrata mit ausgebreiteten Pseudopodien und Gallertcilien. Die Gallerte umhüllt die Stacheln bis zur Spitze mit ansehnlichen Gallertscheiden. Auf ihrer Oberfläche (vergl. den oberen Theil der Figur) verlaufen feine Stützfasern und verbreitet sich ein engmaschiges Sarkodenetz. Ein Sarkodenetz findet sich auch im Inneren der Gallerte (vergl. den unteren Theil der Figur), ausgehend von dem Pseudopodienmutterboden, der durch einen Zwischenraum von der Kapselmembran getrennt wird. Die Pseudopodien sind in regelmässigen Reihen im Umkreis der Stacheln angeordnet. Die contractilen Fäden zum Theil im verkürzten, zum Theil im ausgestreckten Zustand. D. Oc. 1.

Fig. 5. Junge Acanthometra cuspidata mit grossem Kern, der durch die Anordnung der Stacheln gezwungen wird, eine gelappte Form anzunehmen. Osmiumcarminpräparat. J. Oc. 2 etwas verkleinert.

Fig. 6. Junges Acanthochiasma Krohnii mit grossem gelapptem Kern. J. Oc. 2 etwas verkleinert.

Fig. 7. Die contractile Membran von Acanthochiasma rubescens, das eine Mal (a) im contrahirten Zustand, das andere Mal (b) ausgedehnt, mit der zugehörigen Stachelspitze. F. Oc. 2.

Fig. 8. Pseudopodien einer Acanthometra in Contraction begriffen. F. Oc. 2.

Tafel III.

Acanthometreen, Thalassicolleen und Sphaerozoeen.

Fig. 1. Thalassicolla sanguinolenta; enucleirte Centralkapsel im frischen Zustand mit einem in spitze Fortsätze ausgezogenen Binnenbläschen, intracapsulären Vacuolen und Oelkugeln, sowie einer radiär streifigen Rindenschicht. D. Oc. 1.

Fig. 2. Kern einer einkernigen Amphilonche belonoides; Nucleolus in zwei Substanzen differenzirt; beginnende Einstülpung der Kernmembran. J. Oc. 2.

Fig. 3. Kern einer einkernigen Acanthometra sp.? Nucleolus in zwei Substanzen differenzirt. J. Oc. 2.

Fig. 4. Kern einer Thalassicolla pelagica mit blindsackförmigen Ausstülpungen und wurmförmig gewundenem Nucleolus; Osmiumcarminpräparat. D. Oc. 2.

Fig. 5. Thalassolampe primordialis im frischen Zustand; mit gelben, nicht cellulären Pigmentkörpern in der extracapsulären Sarkode. D. Oc. $2^1/_2$.

Fig. 6—15. Osmiumcarminpräparate, mit Ausnahme von Fig. 11.

Fig. 6. Ein in Kernvermehrung begriffener Acanthostaurus purpurascens; ein Theil der aus der Centralkapsel isolirten Kerne. J. Oc. 2.

Fig. 7. Ein in Kernvermehrung begriffener Acanthostaurus purpurascens; einer der grossen wurstförmigen Kerne zerfällt nach der Anzahl der Nucleoli in kleine Stücke. J. Oc. 2.

Fig. 8. Eine in Kernvermehrung begriffene Dorataspis. J. Oc. 2.

Fig. 9. Kern einer einkernigen Acanthometra sp.? nach Auflösung des Nucleolus; das eine Mal (9 a) von oben, das andere Mal von der Seite (9 b) gesehen. J. Oc. 2 verkleinert.

Fig. 10. Kern einer einkernigen Acanthometra serrata, das eine Mal (10 a) von der Seite, das andere Mal (10 b) von innen gesehen. Nucleolus in zwei Substanzen differenzirt, Kernmembran eingestülpt. J. Oc. 2 etwas verkleinert.

Fig. 11. Pseudopodien mit Axenfäden von Xiphacantha serrata nach Behandlung mit 1 % Osmiumsäure. J. Oc. 2.

Fig. 12. Collozoum inerme mit drei Centralkapseln, von welchen zwei einen Kern, die dritte (einem anderen Präparat angehörige) drei Kerne enthält. Strahlige Anordnung des Protoplasma bei zwei Centralkapseln auf dem optischen Durchschnitt, bei der dritten von der Oberfläche gesehen. D. Oc. 1.

Fig. 13. Stachel eines Acanthostaurus purpurascens von Essigsäure theilweise gelöst. J. Oc. 2.

Fig. 14. Kern einer einkernigen Acanthometra Claparedei, wie bei Fig. 10 a, nur dass der Nucleolus aus drei Theilen besteht. J. Oc. 2 etwas verkleinert.

Fig. 15. Kern eines einkernigen Acanthostaurus purpurascens mit anliegendem Stachel; man sieht von oben auf die Einstülpungsstelle der Kernmembran und überblickt die strahlige und circuläre Fältelung derselben. J. Oc. 2 etwas verkleinert.

Tafel IV.

Peripyleen.

(Alle Figuren nach in Nelkenöl eingeschlossenen Osmiumcarminpräparaten gezeichnet.)

Fig. 1. Haliomma erinaceus. In der Centralkapselmitte liegt der runde, die Markschale umschliessende Kern (Binnenbläschen); Protoplasma der Centralkapsel radialstreifig. F. Oc. 1.

Fig. 2. Haliomma sp.? Die Centralkapsel enthält ausser dem mehrere Nucleoli und die Markschale umschliessenden Hauptkern noch eine Anzahl kleiner Kerne. J. Oc. 2.

Fig. 3. Rhizosphaera trigonacantha in Schwärmerbildung begriffen; die Centralkapsel von kleinen Kernen erfüllt, von denen ein Theil ausgetreten ist und zwischen denen noch ein Rest des Hauptkerns liegt. F. Oc. 2.

Fig. 4. Actinomma asteracanthion (?). Der centrale Kern umschliesst die Markschale; Protoplasma der Centralkapsel radialstreifig. F. Oc. 1.

Fig. 5. Junge Spongosphaera streptacantha. Die Kieselnetze sind in Bildung begriffen, die Markschale liegt im Kern, die Rindenschale ausserhalb desselben, aber im Inneren der Centralkapsel. J. Oc. 2. Fig. 5 a. Enucleirter Kern eines ausgebildeten Thiers, welcher auch die Rindenschale umwachsen hat. J. Oc. 2.

Fig. 6. Haliomma echinaster (?) mit abgebrochener Rindenschale; Markschale im Kern eingeschlossen. J. Oc. 1.

Fig. 7. Ausgebildete Tetrapyle octacantha auf dem optischen Querschnitt gesehen und so gelagert, dass man rechts und links die vier Oeffnungen haben würde. In dem Centrum der dreilappige Kern mit drei Nucleoli, nur der mittelste Lappen liegt in der Markschale. J. Oc. 2.

Fig. 8. Skelet einer tetrapyleartigen Echinosphaera datura, die Stacheln der Oberfläche zum grossen Theil abgebrochen, im Inneren der Markschale rechts und links die vier an Tetrapyle erinnernden Oeffnungen. Fig. 8 a. Das ganze Thier auf dem optischen Querschnitt gesehen; von der Markschale umschlossen der gelappte Kern; die Markschale mit der Rindenschale rechts und links eng verbunden. J. Oc. 2.

Fig. 9. Gitter der Rindenschale eines Haliomma echinaster. Fig. 9 a. Unregelmässige Stelle in demselben.

Fig. 10. Rhizosphaera trigonacantha, junges Thier, nach einem Canadabalsampräparat; der radialstreifige, mit einem Nucleolus versehene Kern nach einem Glycerinpräparat eingezeichnet; Protoplasma der Centralkapsel ebenfalls radialstreifig. F. Oc. 2.

Tafel V.

Peripyleen.

Fig. 1. Diplosphaera gracilis (?). Centralkapsel mit blindsackförmigen Ausstülpungen bedeckt, welche durch die Maschen der Gitterkugel hervorgestülpt sind; die Gitterkugel selbst ist verdeckt und nur die von ihr entspringenden Stacheln sichtbar; Osmiumpräparat. D. Oc. 2 verkleinert. Fig. 1 a. Das enucleirte Binnenbläschen oder der Kern mit dicker getüpfelter Kernmembran und anhängenden Protoplasmafäden. F. Oc. 1. Fig. 1 b. Ein Stück von der Oberfläche der zerzupften Centralkapsel; zwischen den Aussackungen sind die Maschen der Gitterkugel sichtbar. F. Oc. 2.

Fig. 2. Diplosphaera spinosa. Lebendes Thier mit ausgebreiteten Pseudopodien; vom Skelet ist die untere Hälfte nicht ganz ausgezeichnet. D. Oc. 1. Fig. 2 a. Centralkapsel nach Osmiumcarminbehandlung; Kern mit vielen Kernkörperchen; Protoplasma in keilförmige radiale Stücke zerfallen. F. Oc. 1. Fig. 2 b. Das Mosaik der Enden der keilförmigen Protoplasmastücke von der Fläche gesehen. F. Oc. 1.

Fig. 3. Arachnosphaera myriacantha. Kern mit vielen Kernkörperchen isolirt. Osmiumcarminpräparat. F. Oc. 2.

Fig. 4. Heliosphaera sp.? Enucleirter Kern eines abgestorbenen Thieres mit abgehobener Kernmembran. J. Oc. 2.

Fig. 5. Heliosphaera actinota. Radiale keilförmige Protoplasmastücke durch Zerzupfen isolirt, das eine Mal (a) von der Fläche, das andere Mal (b) von der Seite gesehen. Osmiumcarminpräparat. J. Oc. 2.

Fig. 6. Heliosphaera tenuissima. Centralkapsel nach Osmiumcarminbehandlung; Kern mit zwei Nucleoli und höckeriger Kernmembran. Protoplasma in breite Keile zerfallen. J. Oc. 2.

Tafel VI.

Peripyleen.

Fig. 1. Echinosphaera datura. Skelet. Fig. 1 a. Die zugehörige Centralkapsel, nach Behandlung mit Osmiumcarmin in Glycerin aufgehellt, mit dem in der Markschale gelegenen Kern. J. Oc. 2.

Fig. 2. Tetrapyle octacantha. Skelet eines ausgebildeten Thieres, so gesehen, dass man das eine Mal die vier Oeffnungen der Rindenschale links und rechts vor sich hat, das andere Mal (Fig. 2 a) gerade auf zwei derselben sieht. J. Oc. 1.

Fig. 3. Echinosphaera datura. Skelet erinnert schon an die Tetrapylen, indem es auf einer Seite zwei Oeffnungen in der Rindenschale hat. Fig. 3 a. Dasselbe um einen Winkel von 90° gedreht. J. Oc. 1.

Fig. 4. Lithelius primordialis. Skelet das eine Mal von der Oberfläche abgebildet, um den Uebergang der inneren Windung der Rindenschale in den zweiten Umlauf zu zeigen, das andere Mal (Fig. 4 a) auf dem optischen Durchschnitt. J. Oc. 1 etwas verkleinert.

Fig. 5. Junge Tetrapyle octacantha. Skelet genau so gelagert, wie das in Fig. 2 a gezeichnete, um darzustellen, wie aus der Verwachsung der überhängenden Dächer (h) die secundären Oeffnungen (e') in Fig. 2 a entstehen. Fig. 5 a. Dasselbe Skelet um einen Winkel von 90° gedreht; die primären Oeffnungen (e) der Rindenschale sichtbar. J. Oc. 1.

Fig. 6. Lithelius alveolina. Skelet auf dem optischen Querschnitt gesehen; die Stacheln nicht ausgezeichnet. J. Oc. 2.

Fig. 7. Stylodictya arachnia. Junges Thier nach Osmiumcarminbehandlung in Canadabalsam eingeschlossen und von der Fläche betrachtet; Stacheln nicht ausgezeichnet (dasselbe gilt auch von den folgenden Figuren). J. Oc. 1. Fig. 7 a. Schale eines älteren Thieres auf die Kante gestellt und auf dem optischen Durchschnitt betrachtet. Fig. 7 b. Dieselbe um einen Winkel von 90° gedreht; in beiden Fällen ist die Schale durch ein nur schwach verdünntes Glycerin aufgehellt. J. Oc. 1.

Fig. 8. Stylospira arachnia. Schale unter einem kleinen Winkel geneigt von der Fläche betrachtet. Fig. 8 b. Schale rein von der Fläche gesehen. Fig. 8 a. Schale auf die Kante gestellt; optischer Durchschnitt. Aufhellung durch schwach verdünntes Glycerin. D. Oc. $2^1/_2$.

Fig. 9. Stylospira quadrispina. Schale auf die Kante gestellt; man sieht das Gitter des äussersten Umlaufs und darunter das Gitter des nächstfolgenden. Aufhellung in mässig verdünntem Glycerin. J. Oc. 1.

Fig. 10. Euchitonia Virchowii. Ein Theil des Körpers mit seiner Gallertumhüllung, seiner „Sarkodegeissel" und ausgestreckten Pseudopodien. J. Oc. 1.

Fig. 11. Stylodictya arachnia. Weichkörper nach Osmiumcarminbehandlung in Glycerin aufgehellt; Skelet in Folge der Aufhellung nicht sichtbar (nur ein Stachel eingezeichnet). F. Oc. 2.

Fig. 12. Stylodictya quadrispina. Skelet auf die Kante gestellt, so dass man die Gitterung des äussersten Schalenumlaufs sieht. F. Oc. 2 etwas verkleinert.

Fig. 13. Stylodictya arachnia. Die Gitterplatten einer von der Fläche gesehenen Schale, welche beim Wechsel der Einstellung successive zum Vorschein kommen. Fig. 13 a bei oberflächlicher, Fig. 13 b bei mittlerer, Fig. 13 c bei tiefer Einstellung. Präparat durch Glycerin aufgehellt. J. Oc. 2.

Tafel VII.

Monopyleen.

Fig. 1. Cystidium inerme im lebenden Zustand mit ausgebreiteten Pseudopodiennetzen, dichter Protoplasmaanhäufung am vorderen Kapselpole, extracapsulären Eiweisskugeln und gelben Zellen, intracapsulären Oelkugeln und Kern. Fig. 1 a. Dasselbe Thier nach Osmiumcarminbehandlung in seitlicher Ansicht; Fig. 1 b vom oralen Pole aus gesehen. In beiden Fällen das Pseudopodienfeld sichtbar. F. Oc. 1.

Fig. 2. Ceratospyris acuminata von der Seite gesehen, so dass man auf die Kante des die Grundlage des Skelets bildenden Ringes blickt. Osmiumcarminpräparat. In der bisquitförmig eingeschnürten Centralkapsel liegen der Kern mit kleinem Kernkörperchen und zwei Oelkugeln, von denen nur die der linken Seite gezeichnet ist. Die extracapsulären gelben Zellen in der Zeichnung weggelassen. J. Oc. 1.

Fig. 3. Tridictyopus elegans im lebenden Zustand. Das Skelet oberhalb der Centralkapsel nicht eingezeichnet. Letztere von zahlreichen runden Kernen angefüllt. D. Oc. 2. Fig. 3 a. Das Pseudopodienfeld desselben Thiers nach Osmiumcarminbehandlung bei F. Oc. 2. Fig. 3 b. Enucleirte Centralkapsel eines jungen Thiers derselben Art, mit grossem Kern, zwei Oelkugeln, deutlichem Pseudopodienfeld und Pseudopodienkegel. J. Oc. 1 etwas verkleinert.

Fig. 4. Lithocircus productus. Osmiumcarminpräparat. In der Centralkapsel der Kern, die Oelkugel und der auf dem Pseudopodienfeld aufsitzende Pseudopodienkegel. J. Oc. 2.

Fig. 5. Lithocircus annularis. Osmiumcarminpräparat. In der Centralkapsel nur der homogene Kern sichtbar. J. Oc. 2.

Fig. 6. Plagiacantha abietina im lebenden Zustand. F. Oc. 2. Fig. 6 a und b. Die Centralkapsel allein nach Behandlung mit Osmiumcarmin, das eine Mal von der Seite, das andere Mal von vorn gesehen. Porenfeld und Pseudopodienkegel, Vacuole und Kern deutlich hervortretend. J. Oc. 2.

Tafel VIII.

Monopyleen.

Fig. 1. Lithomelissa thoracites. Die erste Kammer des Skelets auf dem optischen Durchschnitt dargestellt; in denselben ist die Centralkapsel nach einem in Glycerin gelegenen Osmiumcarminpräparat eingezeichnet. J. Oc. 1.

Fig. 2. Arachnocorys circumtexta. Die erste Kammer des Skelets auf dem optischen Durchschnitt; die gelappte Centralkapsel nach einem in Glycerin liegenden Osmiumcarminpräparat. J. Oc. 2. Fig. 2 a. Skelet eines jungen Exemplars vom basalen Pole aus gesehen. J. Oc. $2^1/_2$.

Fig. 3. Eucyrtidium galea. Skelet auf dem optischen Durchschnitt; Centralkapsel nach einem in Glycerin liegenden Osmiumcarminpräparat. Fig. 3 a. Dieselbe Art vom apicalen Pole aus gesehen bei Einstellung des Mikroskops auf die Querscheidewand; die Gitterung des Skelets weggelassen; das Ganze nach einem durch Nelkenöl aufgehellten Osmiumcarminpräparat gezeichnet. J. Oc. 1.

Fig. 4. Eucyrtidium cranoides. Centralkapsel durch Zerzupfen isolirt. Osmiumcarminpräparat. Fig. 4 a. Der zwischen

den Centralkapsellappen gelegene Sarkodepfropf mit den Körnern des Porenfelds hervorgezogen, bei seitlicher Ansicht. Fig. 4 b von oben betrachtet. J. Oc. 2.

Fig. 5. Eucecryphalus Gegenbauri. Skelet von der Seite gesehen; der vierte Stachel verdeckt. D. Oc. 2. Fig. 5 a. Skelet mit Weichkörper auf dem optischen Durchschnitt, nach einem in Nelkenöl liegenden Osmiumcarminpräparat. J. Oc. 1. Fig. 5 b. Skelet und Weichkörper von oben gesehen, um das Lageverhältniss der vier Centralkapsellappen zu den vier Stäben des Septum zu zeigen; nach einem in Nelkenöl liegenden Osmiumcarminpräparat; das Köpfchen des Skelets und der im Köpfchen befindliche Theil der Centralkapsel weggelassen. J. Oc. 1.

Fig. 6. Eucecryphalus laevis. Skelet von der Seite gesehen. D. Oc. 2. Fig. 6 a. Weichkörper nach einem in Glycerin liegenden Präparat gezeichnet; Skelet in Folge dessen nicht sichtbar. Fig. 6 b gezeichnet wie Fig. 5 b. J. Oc. 1.

Fig. 7. Carpocanium diadema von der Seite gesehen; Schale auf dem optischen Durchschnitt; Centralkapsel im frischen Zustand; Kern und Pseudopodienkegel nach einem in Glycerin gelegenen Osmiumcarminpräparat eingezeichnet. J. Oc. 2. Fig. 7 a. Centralkapsel vom basalen Pole aus gesehen. J. Oc. $2\frac{1}{2}$.

Fig. 8. Carpocanium diadema. Centralkapsel isolirt. Osmiumcarminpräparat. Fig. 8 a. Skelet auf dem optischen Durchschnitt, um das Septum zu zeigen. Fig. 8 b das Septum von oben betrachtet. J. Oc. 2.

Fig. 9. Junge Arachnocorys circumtexta. Vom Skelet nur die erste Kammer dargestellt; in ihr die noch ungelappte Centralkapsel. Osmiumcarminpräparat. J. Oc. 2.

Tafel IX.

Tripyleen.

Fig. 1. Skelettheile von Aulosphaera elegantissima. a die Enden der jedesmal zu sechs in einem Punkte zusammenstossenden Röhren der Gitterkugel von oben gesehen; der Kreis entspricht dem radialen, ebenfalls röhrigen Aufsatz; c dasselbe mit zwei gemeinsam entspringenden radialen Aufsätzen; b die Verbindung des radialen Aufsatzes mit der Gitterkugel bei seitlicher Ansicht. J. Oc. 1.

Fig. 2. Coelacantha anchorata. Lebendes Thier mit ausgebreiteten Sarkodefäden. Centralkapsel auf der oralen Seite von Pigment umhüllt; in ihrem Inneren zwei Kerne. F. Oc. 1 um $\frac{1}{3}$ verkleinert. Fig. 2 a. Enden der jedesmal zu drei zusammenstossenden Röhren der Gitterkugel mit dem radialen Aufsatz von oben gesehen. Fig. 2 b. Die Verbindung des hohlen Radialstabs mit den Röhren der Gitterkugel; beide Theile mit Ankerhaken besetzt. Fig. 2 c. Ein Stück des Gitters der inneren Schale. J. Oc. 2.

Fig. 3. Centrales und peripheres Ende des Stachels einer Aulacantha scolymantha.

Fig. 4. Ein Theil der Gitterkugel von Aulosphaera gracilis mit radialen Aufsätzen. F. Oc. 1.

Fig. 5. Skeletstücke von Dictyocha fibula. J. Oc. 2.

Tafel X.

Tripyleen.

Fig. 1. Centralkapsel einer nach Osmiumcarminbehandlung in 50 % Alkohol conservirten Tripylee. Die äussere Membran von dem Centralkapselinhalt völlig abgehoben, selbst an den durch die drei Oeffnungen bezeichneten Stellen. Die Art konnte nicht genau bestimmt werden, da das Exemplar aus dem Mulder stammte und sein Skelet verloren hatte. Fig. 1 a. Hauptöffnung, an welcher durch vieles Hin- und Herschütteln eine Trennung in der äusseren Membran eingetreten war. F. Oc. 1.

Fig. 2. Eine in Theilung begriffene Centralkapsel von Aulosphaera elegantissima. Die äussere Kapselmembran, durch die Osmiumcarminbehandlung abgehoben, hängt nur an den zwei Nebenöffnungen, der unvollkommen getheilten Hauptöffnung und längs der ringförmigen Einschnürung mit dem Centralkapselinhalt zusammen. Die an der lebenden Centralkapsel eingeschnürte Stelle ist in Folge der durch die Reagentien bedingten Schrumpfung der Umgebung prominent geworden. D. Oc. 2.

Fig. 3. Centralkapsel und extracapsuläre Sarkode eines lebenden Coelodendrum ramosissimum. In der extracapsulären Sarkode liegen beiderseits die beiden Gitterhalbkugeln (auf dem optischen Querschnitt gesehen). F. Oc. 1. Fig. 3 a. Hauptöffnung für sich bei stärkerer Vergrösserung. F. Oc. 2.

Fig. 4 und 5. Hauptöffnungen von oben gesehen, das eine Mal von einer in Theilung begriffenen Centralkapsel von Aulosphaera elegantissima. D. Oc. 2.

Fig. 6—8 Nebenöffnungen. J. Oc. 1.

Fig. 6. Nebenöffnung einer Aulosphaera gracilis nach Osmiumcarminbehandlung, die äussere Membran abgehoben.

Fig. 7. Nebenöffnungen von Aulacantha scolymantha mit Chromsäure behandelt und in Carmin gefärbt.

Fig. 8. Nebenöffnung von Aulosphaera elegantissima. Die äussere Membran in Folge der Osmiumcarminbehandlung völlig abgelöst.

Fig. 9. Enucleirte Centralkapsel von Coelacantha anchorata nach einem Osmiumcarminpräparat. F. Oc. 2.

Fig. 10. Enucleirte Centralkapsel einer Aulacantha scolymantha im lebenden Zustand; nur die orale Hälfte dargestellt. F. Oc. 1.

Fig. 11. Centralkapsel einer Tripylee in Theilung begriffen. Die Art konnte nicht bestimmt werden, da das Exemplar aus dem Mulder stammte und das Skelet eingebüsst hatte. F. Oc. 1.

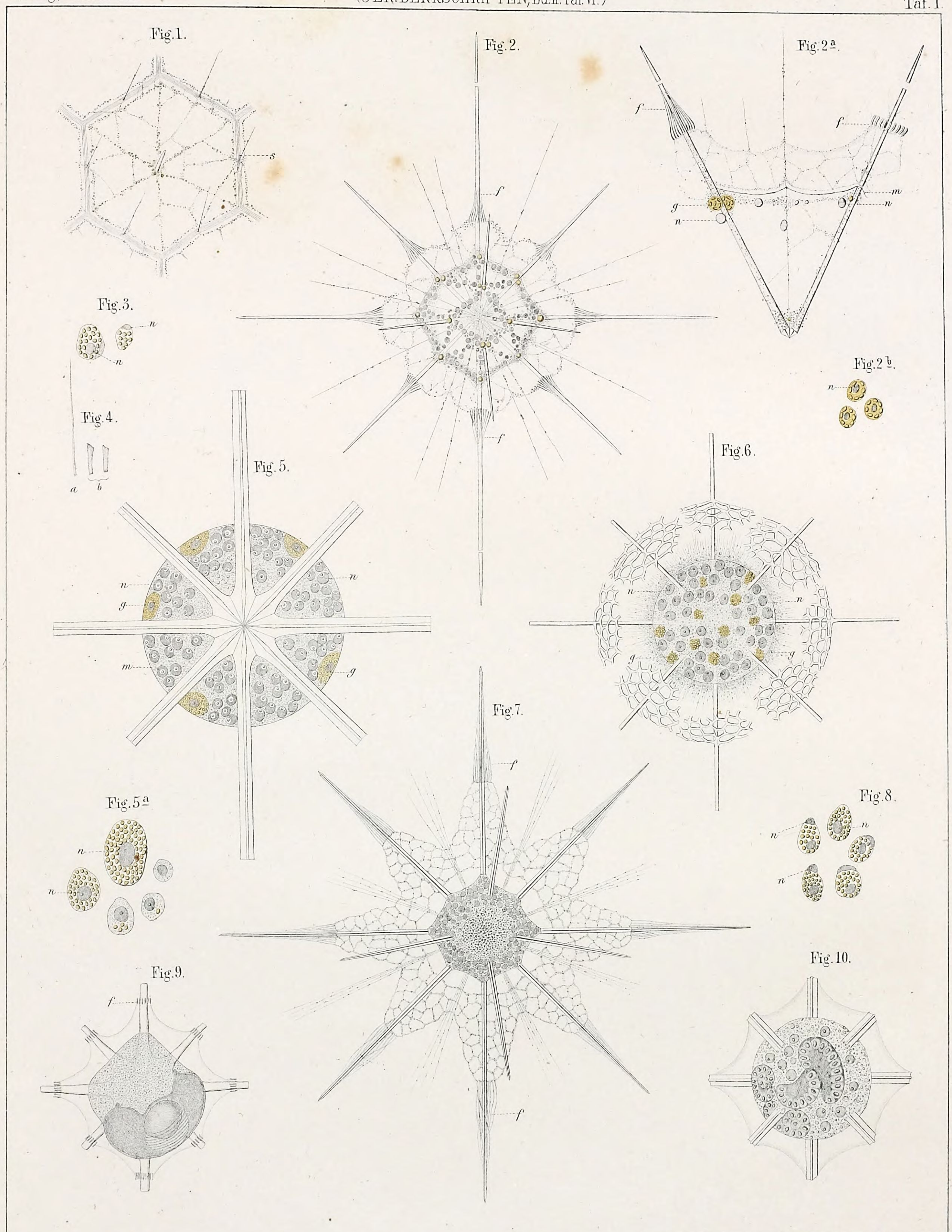
Fig. 12. Skelet von Coelodendrum ramosissimum. Fig. 12 a. Gitterkugel der einen Seite im Profil, Fig. 12 b von der Fläche gesehen. Fig. 12 c. Endäste der dichotomisch sich verästelnden Röhrenaufsätze. J. Oc. 2.

Fig. 13. Binnenbläschen von Tripyleen. J. Oc. 1.

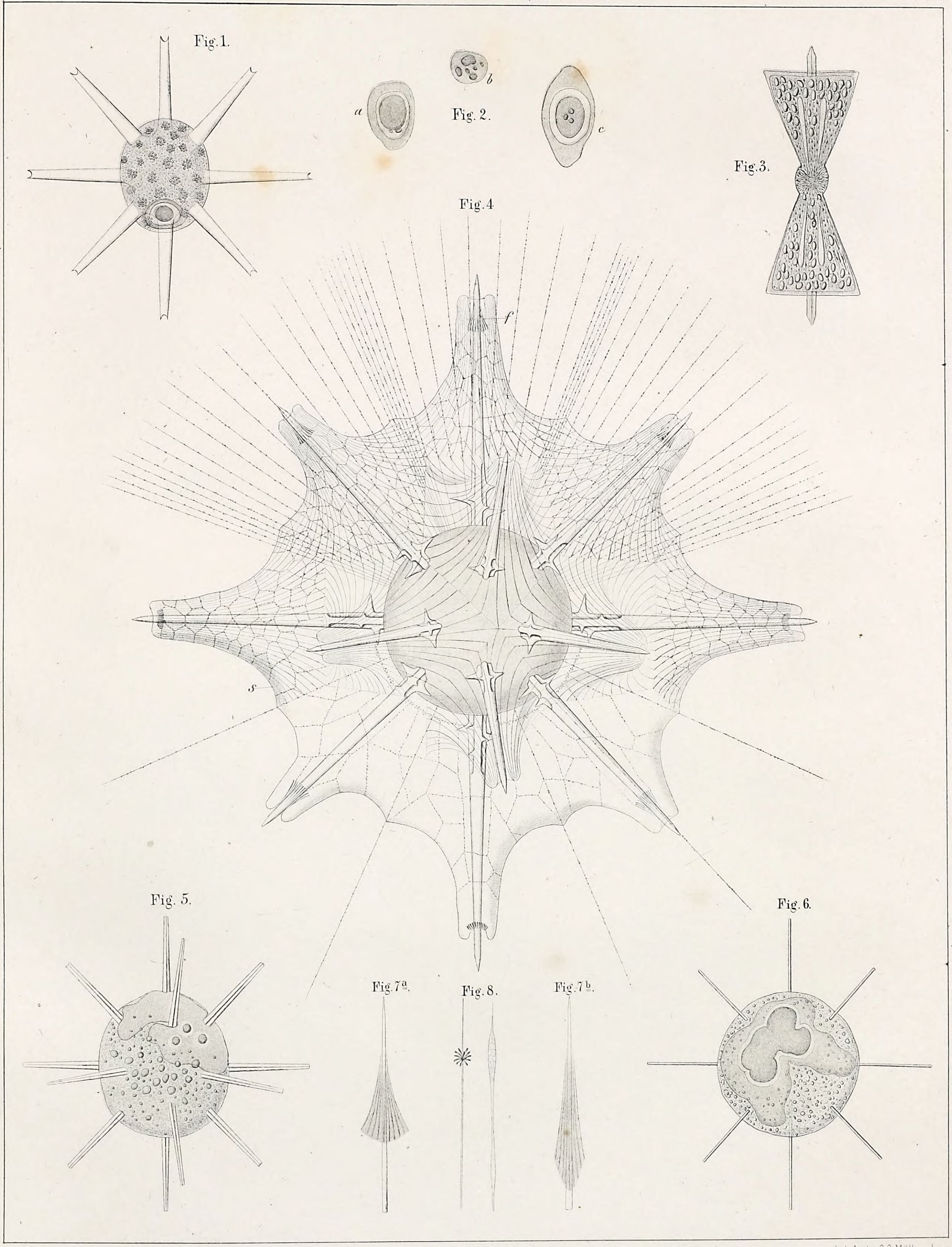
Fig. 14. Nebenöffnung einer Aulosphaera elegantissima von oben gesehen, im frischen Zustand. J. Oc. 1.

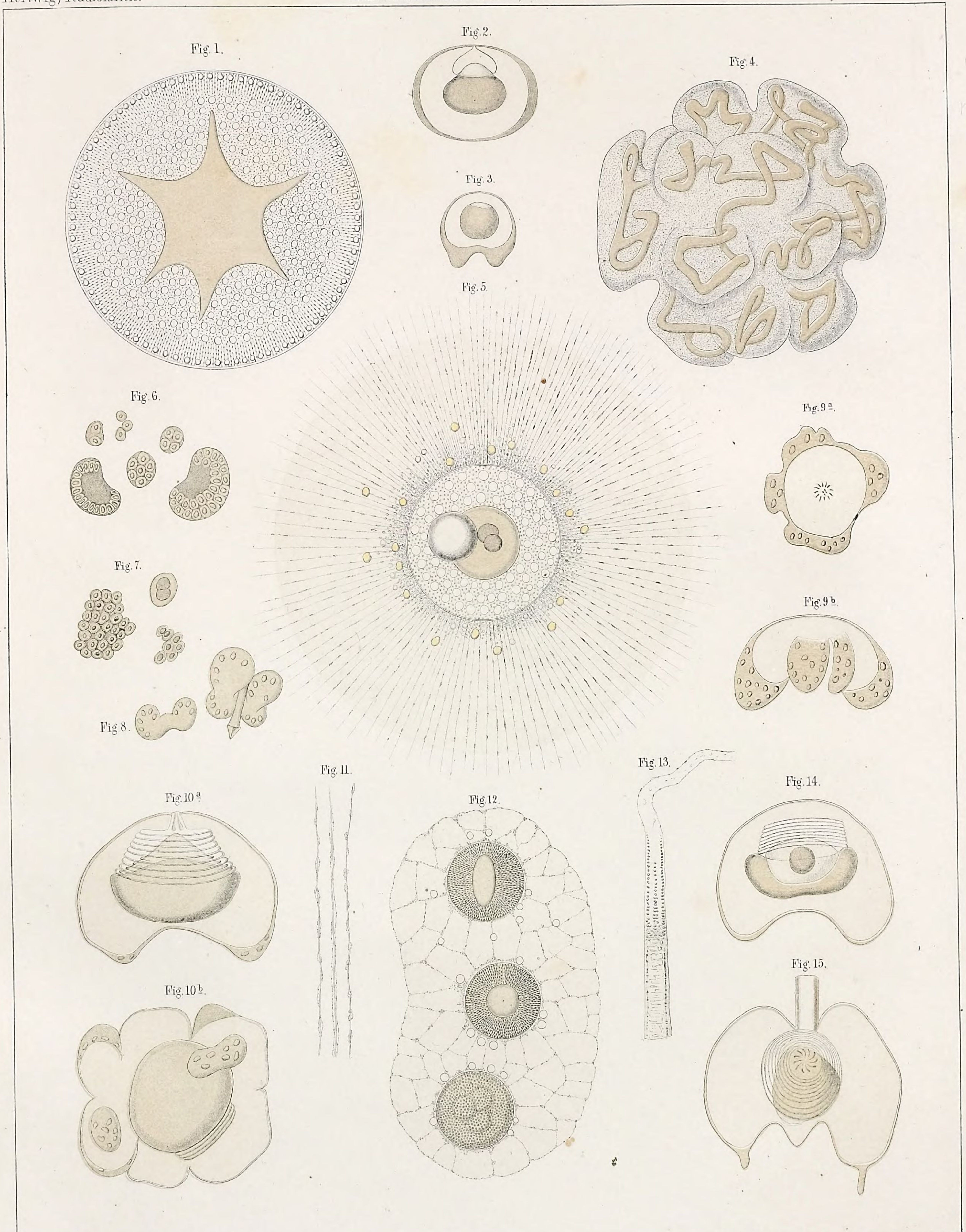
Fig. 15. Ein Stück der Gitterkugel mit dem Ueberzug der extracapsulären Sarkode von derselben Art.

Druck von Ed. Frommann in Jena.

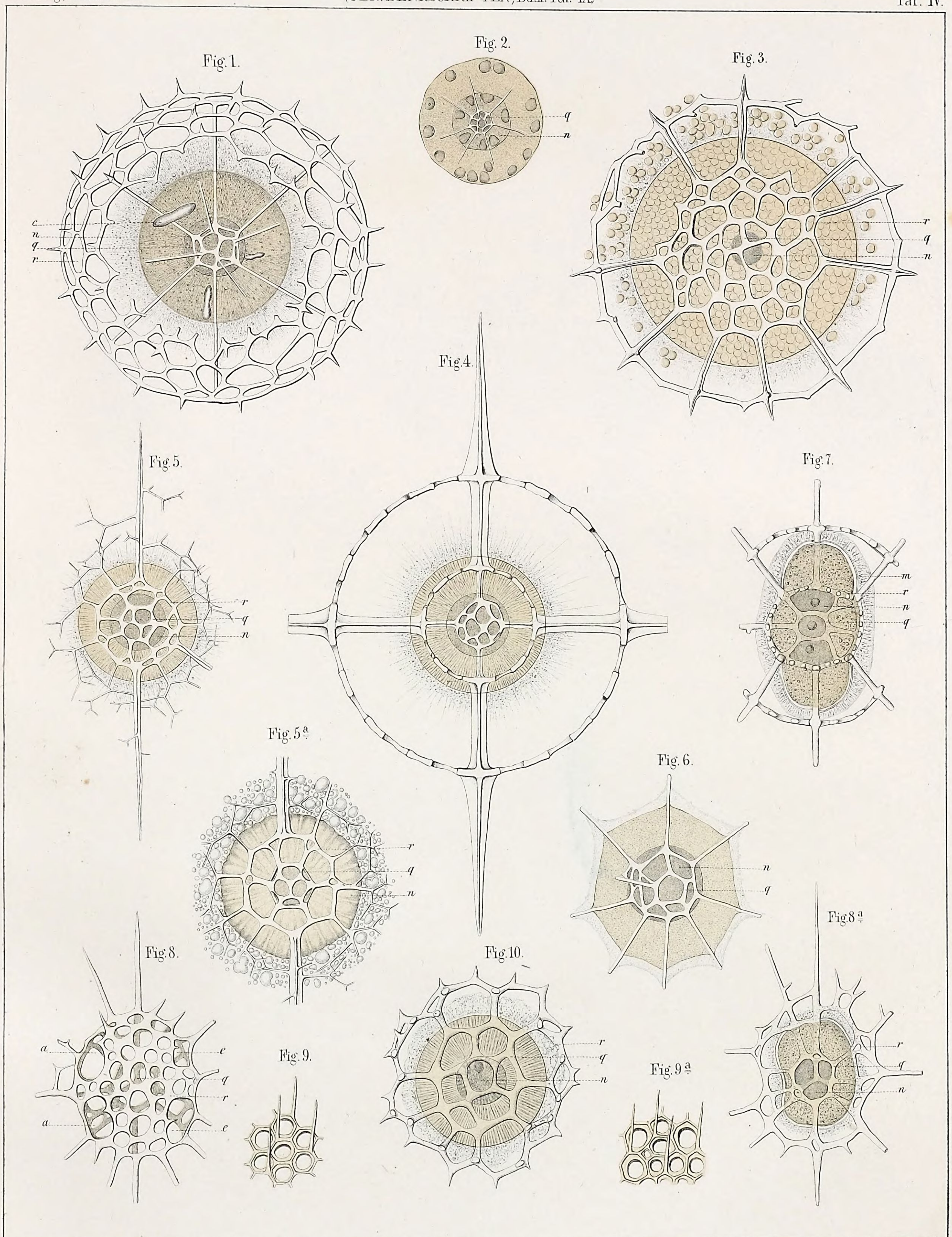


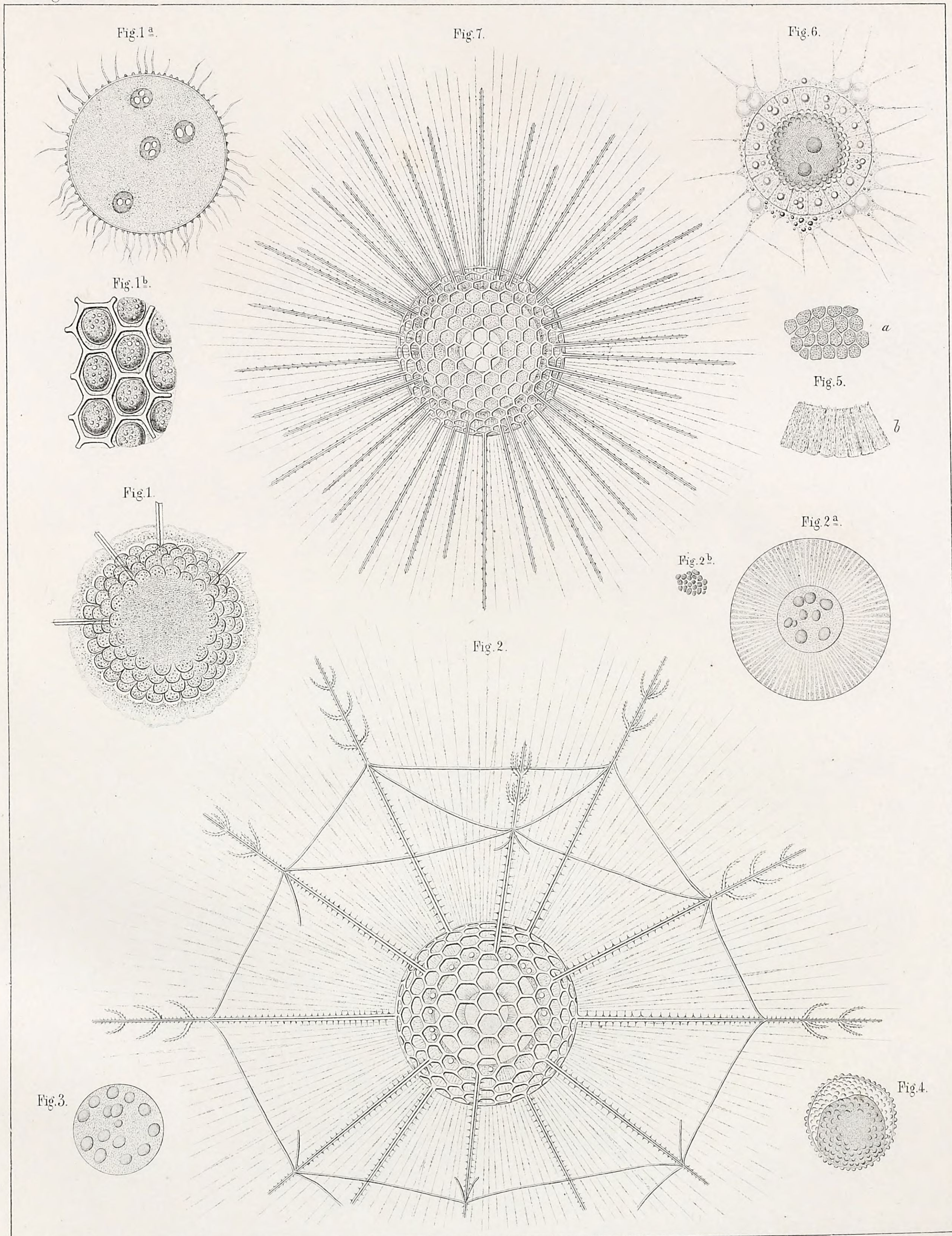
R. Hertwig del. Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.

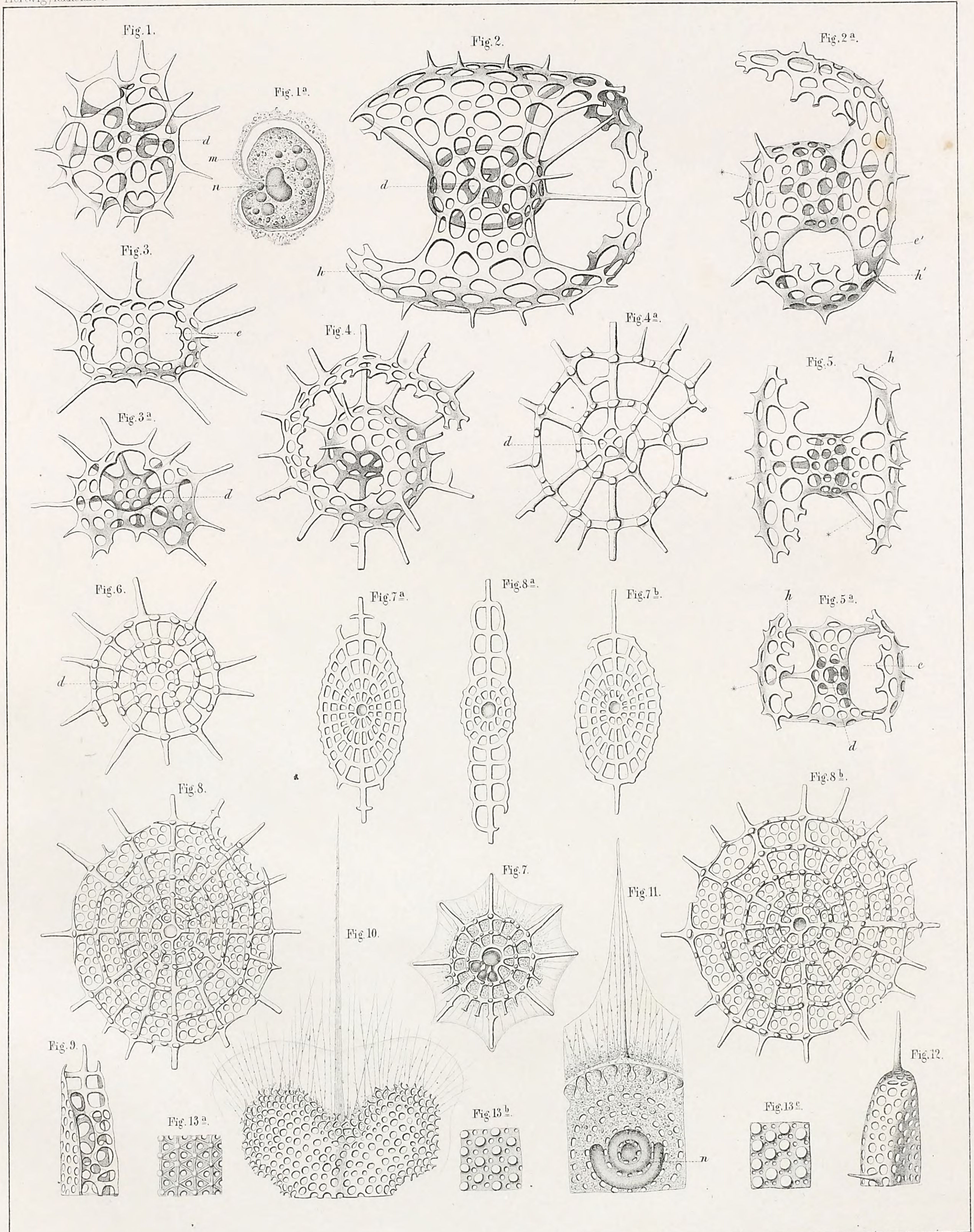

Fig. 1.
Fig. 2.
a
b
c
Fig. 3.
Fig. 4
f
s
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7a.
Fig. 8.
Fig. 7b.



R. Hertwig del. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 5 a.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 8 a.
Fig. 9.
Fig. 9 a.
Fig. 10.

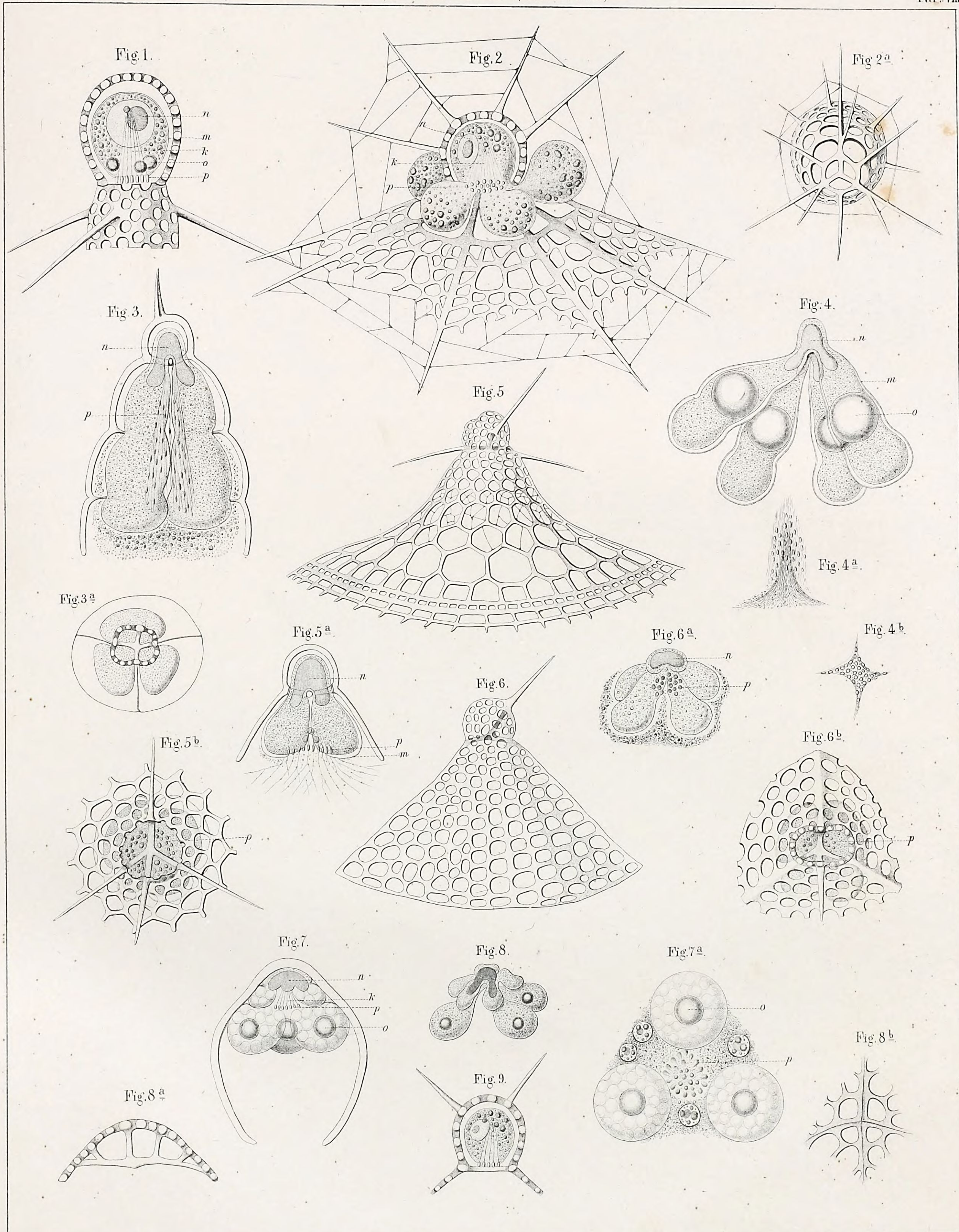

Fig.1 a.
Fig.7.
Fig.6.
Fig.1 b.
a
Fig.5.
b
Fig.1.
Fig.2 a.
Fig.2 b.
Fig.2.
Fig.3.
Fig.4.

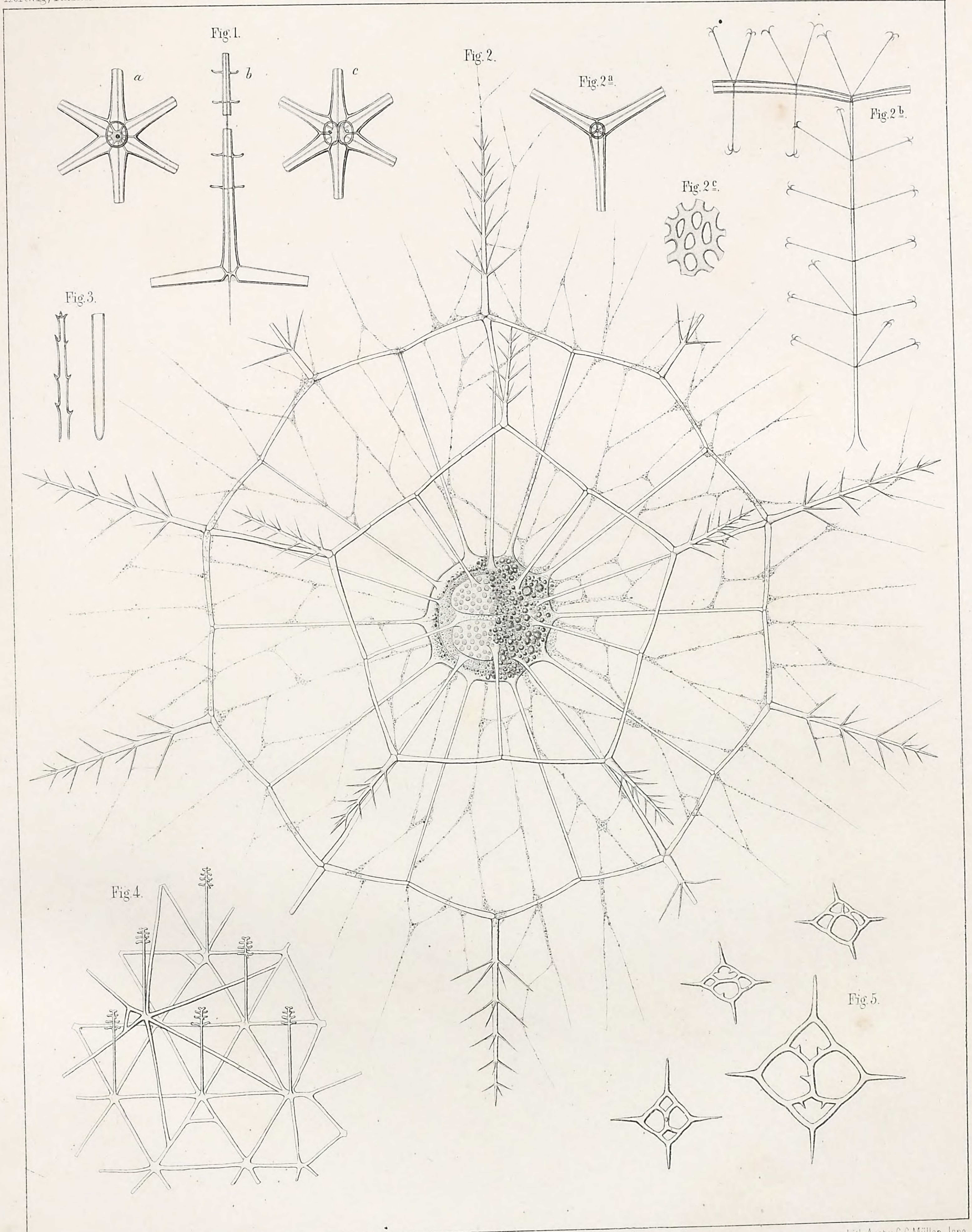


R. Hertwig del. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. C.C. Müller, Jena.

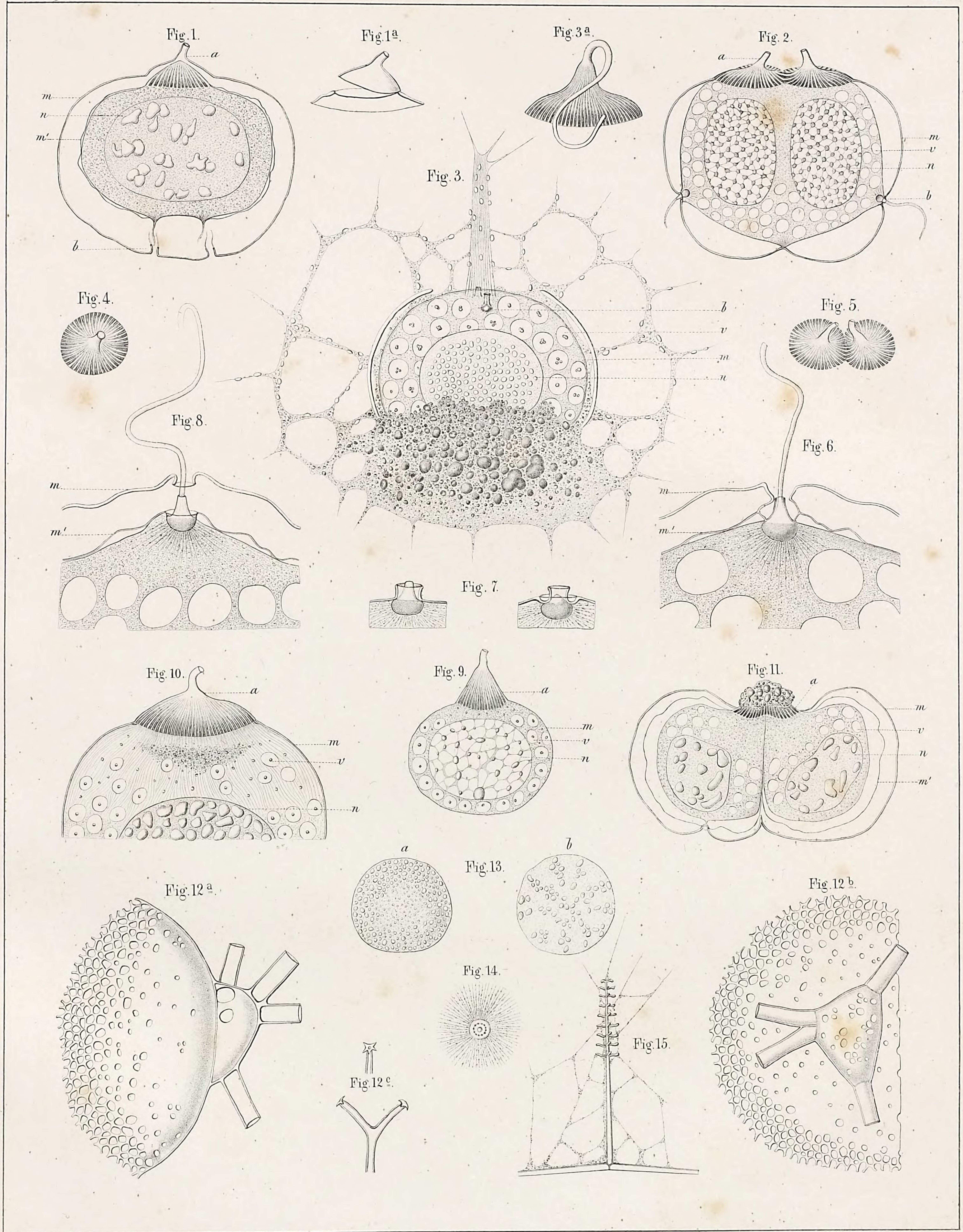


R. Hertwig del. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. G. C. Müller Jena.


Fig.1.
n
m
k
o
p
Fig.2
n
k
p
Fig.2a.
Fig.3.
n
p
Fig.4.
n
m
o
Fig.5
Fig.4a.
Fig.3a.
Fig.5a.
n
p
m
Fig.6a.
n
p
Fig.4b.
Fig.6.
Fig.5b.
p
Fig.6b.
p
Fig.7.
n
k
p
o
Fig.8.
Fig.7a.
o
p
Fig.8b.
Fig.8a.
Fig.9.



R. Hertwig del. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.



R. Hertwig del. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.

Verlag von Gustav Fischer vormals Fr. Mauke in Jena.

DER

ORGANISMUS DER MEDUSEN

UND SEINE STELLUNG ZUR KEIMBLÄTTERTHEORIE

VON

Dr. OSCAR HERTWIG UND Dr. RICHARD HERTWIG,
A. O. PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT JENA.

MIT DREI LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

1878. Preis: 12 Mark.

Druck von Ed. Frommann in Jena.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hertwig, Richard <<von>>,

Der Organismus der Radiolarien

Jena 1879

4 Phys.g. 28 k-2,1/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11384355-6